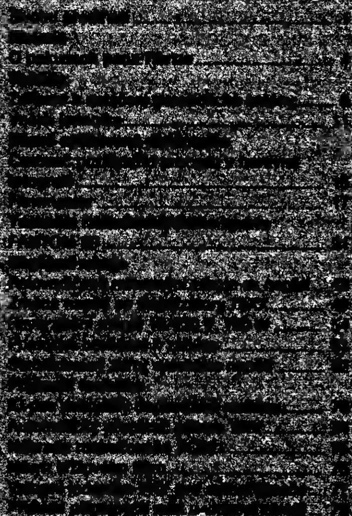


Konstrukční příloha Amatérského rádia 1989

Vydává ÚV Svazarmu ve Vydavatelství NAŠE VOJSKO. Adresa redakce: Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51—7. Šéfredaktor: ing. Jan Klabal, OK1UKA, l. 354, zástupce: Luboš Kalousek, OK1FAC, l. 353. Redaktoři: ing. P. Engel, ing. J. Kellner — l. 353, ing. A. Myslík, OK1AMY, P. Havliš, OK1PFM, l. 348. Sekretariát: l. 355. Redakční rada: předseda — ing. J. T. Hyan; členové: RNDr. L. Brunnhofer, CSc., OK1HAQ, K. Donát, OK1DY, Dr. A. Glanc, OK1GW, P. Horák, Z. Hradiský, J. Hudec, OK1RE, RNDr. L. Kryška, CSc., M. Láb, V. Němec, ing. F. Smolík, OK1ASF, ing. F. Šimek, OK1FSI, ing. M. Šnajder, CSc., ing. M. Šrédl, OK1NL, doc. ing. J. Vackář, CSc.

Tiskne NAŠE VOJSKO, s. p. závod 8, 162 00 Praha 6-Ruzyně, Vlastina 889/23. Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Rukopisy odevzdány tiskárně v září 1989. Tato konstrukční příloha má podle plánu vyjít v prosinci 1989. Cena jednoho výtisku 10 Kčs.

Životní prostředí

Ing. Jan Klabal

Jeden z pilířů společenské stability – čs. armáda – rozšiřuje v procesu nového politického myšlení obsah obranyschopnosti a ochrany společnosti z výlučně vojenských stránek i do oblasti ekologie. V těsné součinnosti s národními výbory a dalšími organizacemi včetně Svazarmu tak sjednocuje úsilí o řešení problému životního prostředí.

Není žádným tajemstvím, že jak kapitalistické, tak i komunistické systémy vykořisťují a bezostyšně ničí přírodu. Hlad a žízeň miliónů jsou hrozné utrpení, ale čím se liší od ničení jiných forem života lidskou civilizací? AIDS se stává pomocníkem biosféry v boji s člověkem – vetřelcem – a jeho zkázonosnou technikou. Jeho účinek je jiným formám života neškodný, je tedy účinnou zbraní přírody proti přelidnění. Země – pulsující organismus – má určité autoregulační schopnosti, které vytvářejí životaschopné prostředí (ze 100+1 zz).

Prostředí, ve kterém žije lidská společnost, má dynamický charakter rozvoje. Na jeho okamžitý stav i vývoj působí řada vlivů, závislých na přírodních podmínkách i činnosti lidí. Přírodní vlivy mají spíše lokální charakter, faktor civilizace působí na životní prostředí místně i celosvětově. Negativní dopady v místních podmínkách jsou většinou brzy zjistitelné a jejich náprava je v reálném či nepříliš vzdáleném čase možná. Globální ovlivňování prostředí může mít z hlediska lidské civilizace i charakter nevratný (skleníkový efekt, poškození ozonové vrstvy, klimatické změny apod.).

Zhruba do poloviny šedesátých let našeho století lidstvo předpokládalo, že stejně jako v předchozím vývoji si příroda automaticky poradí s trvale vzrůstajícím zhoršováním životního prostředí. Varovné hlasy vědců i výsledky prvních rozsáhlejších výzkumů šedesátých let vyburcovaly lidstvo z letargie k prvním nesmělým krůčkům v přístupu k ochraně přírody před zhoubným útokem bouřlivě se rozvíjející civilizace. Problém životního prostředí se pozvolna dostával do popředí vědeckého bádání a v průmyslově vyspělých kapitalistických zemích se začínal řadit hned za rozvoj zbrojního arzenálu. Je i otázkou dalšího rozvoje civilizace v období vědeckotechnické revoluce a v posledních letech zatlačuje do pozadí nejen ideologické, náboženské a další politickomocenské šarvátky, ale v některých oblastech světa i územní a národnostní spory. V jiných je naopak velmi silně zostřuje a vyhrocuje. Boj o přežití, za záchranu a obnovu přijatelného životního prostředí se tak řadí na stejnou úroveň s bojem za mír a odzbrojení.

Kolísání klimatu nebo jeho změny, vzduch, voda, ale i exhalace škodlivin nerespektují hranice států; znečištění prostředí v jedné zemi způsobuje zhoršení životního prostředí v sousedních státech. Vodní toky přenášejí odpadní průmyslové látky tisíce kilometrů daleko a přispívají ke znečištění moří. Všeobecná cirkulace atmosféry rozptyluje popílek a další škodlivé zplodiny mnohdy na druhou stranu kontinentu. Proto již dochází k intenzívním mezinárodním a mezivládním jednáním i dohodám nejen ve spolupráci při sledování změn životního prostředí, ale především k zavádění účinných opatření k jeho ozdravění.

Varovné signály

OSN již na začátku sedmdesátých let vypracovala komplex programu vztahujících se obecně k životnímu prostředí. Bohužel, kromě několika průmyslově vyspělých kapitalistických zemí se v této době ještě nikdo vážněji nezabýval změnami, které v tomto prostředí vytváří lidská činnost. V rámci jednoho z programů OSN byla proto ustavena mezinárodní organizace OSN-UNEP (United Nation Environmental Program), která se touto problematikou zabývá. Pod její záštitou byla již v roce 1974 uspořádána v keňském Nairobi mezivládní porada, která vypracovala návrh na vytvoření rozsáhlého systému sledujícího a zaznamenávajícího stupeň znečištění životního prostředí – GEMS (Global Environmental Monitoring System). Tento rozsáhlý varovací systém hodnotil globální znečištění atmosféry a stav ozónové vrstvy a jejich vliv na podnebné změny, stupeň chemického znečištění biologických objektů a jeho vliv na rychlé odumírání určitých rostlinných kultur, využívání, devastaci a chemizaci půdy a jejich vliv na její erozi, dále kvalitu vodních toků, oceánů, jezerních i mořských ekologických systémů. Svým mnohaletým sledováním tento varovací systém dokázal, že se životní prostředí působením civilizačního faktoru velmi rychle zhoršuje. Přes počáteční nezájem o materiální vybavení sítě GEMS v socialistických státech – např. výstavba monitorovací stanice na Pelhřimovsku trvala přes 15 let – se postupně měnil postoj vládních orgánů k otázkám tvorby a ochrany životního prostředí. Dělo se to ovšem až v době, kdy už není dostatek prostředků na realizaci radikálních a vysoce účinných opatření, vedoucích k rychlému zlepšení rapidně se zhoršující situace.

Za období dvacetiletého procesu konsolidace se naše republika dostala z jednoho z předních míst v Evropě (1969) z hlediska kvality životního prostředí a s tím související i úmrtnosti obyvatel, na jedno z posledních míst (1988). Varovným upozorněním, přicházejícím z více méně trpěných, ale nedostatečně podporovaných ústavů a institucí, které se zabývaly monitorováním znečištění prostředí a prognózováním, nebyla celá léta věnována patřičná pozornost. Sedmdesátá léta se vyznačovala spíše politickým než odborně fundovaným rozhodovacím systémem. Některé elektrárny, původně plánované na spalování ropných produktů, byly ve jménu „zlevnění" provozu přebudovány na hnědé vysoce sirnaté uhlí (12 a více procent). Známá pravda, co je levné, se vždy značně prodraží, má však i zde svoji dohru. Sirné zplodiny nejenže velmi rychle ničí vlastní tepelná zařízení a neúměrně prodražují výrobu elektřiny, ale společně s popílkem roznášejí zkázu a smrt do širého okolí. Krušné hory a Krkonoše jsou nejsmutnějším dokladem tohoto hazardu s životním prostředím. Okamžitý provoz elektráren se sice zdánlivě zlevnil, ale náklady na odstranění jeho škodlivých důsledků mnohonásobně převyšují i ty nejvyšší ceny ropy, neboť na desítky let byla totálně zničena okolní krajina. A obdobná, technicky, ekonomicky a především ekologicky nedostatečně odborně zanalyzovaná rozhodnutí o výstavbě dalších, především energeticky náročných a ekonomicky podružných až i nevýhodných staveb, jen dále potvrdila známou a mnoho-

krát ověřenou zkušenost, že ekonomická rozhodnutí, poplatná jen právě platnému vedení a jeho subjektivním nápadům, vycházející z vědecky neobjektivních či jednostranných závěrů, se nám vždy v pozdějším období vyjevila jako chybná a vysoce ztrátová. Šlo většinou o direktivní rozhodnutí, vedená emocemi, ambicemi, touhou po laciné slávě, poplatné gigantománii, založené spíše na spekulativních než odborných podkladech. Socialistická společnost by ve svých rozhodovacích procesech měla vždy vycházet ze souboru svobodně a demokraticky vyřčených, odbornou analýzou, měřením a širokou odbornou diskusí podpořených závěrů.

Současné přístupy a zabezpečení

V posledních letech se u nás situace začíná výrazně měnit. Pro záchranu toho, co se ještě zachránit dá, dochází pod záštitou federální vlády ke sdružování prostředků a to nejen ve vnitrostátním měřítku, ale i mezinárodně. Dokladem této spolupráce je mimo jiné i dohoda mezi vládami ČSSR, NDR a PLR. Tato spolupráce je nanejvýš nutná, protože na celém území republiky je ekologická stabilita ohrožená a v extrémě hospodářsky využívaných oblastech je již narušená.

Jednou z takto narušených oblastí je i hlavní město Praha. Problematice klimatu a bioklimatu zde byla v minulých desetiletích věnována jen okrajová, zcela nedostatečná pozornost. Většinou šlo o dílčí, v rámci jiných úkolů včleněné práce, vedoucí jen k částečné záchraně zeleně či omezení místní devastace prostředí, vody či ovzduší. Doposud také není známo, v jakém rozsahu působí na Pražany městské klima, trvale zvýšená teplota, nedostatečně provětrávané údolí vnitřního města, není zhodnocena a veřejně známa nemocnost a úmrtnost vlivem zvýšené koncentrace škodlivin i jejich vliv na psychické reakce a stresové situace, atd. Tyto údaje jsou známy jen ze západoevropských velkoměst, kde se navíc již čistota zlepšila.

Proto byl také nově upřesněn generel pražského životního prostředí, který stanovuje postupy řešení, potřeby investic, časové i kapacitní možnosti a z toho plynoucí úkoly, které by měly být zakotveny v plánech pro 9. pětiletku.

V souladu s možnostmi československé ekonomiky byly vytyčeny již v r. 1985 základní strategické úkoly, které by měly do r. 1995 zastavit další devastaci životního prostředí a do r. 2000 dosáhnout stavu, jaký existoval na konci šedesátých let. Jsou zakotveny v Zásadách státní koncepce tvorby a ochrany životního prostředí a racionálního využívání přírodních zdrojů.

Řídící soustava systému řízení péče o životní prostředí na úrovni vrcholných státních orgánů federace zabezpečuje především zásadní zákonodárnou úpravu týkající se péče o životní prostředí. V oblasti ekologie dále zabezpečuje zahraniční vztahy a mezinárodní spolupráci, tvorbu koncepcí, prognóz a cílových programů. Na úrovni federace se rozlišuje jednak soustava orgánů komplexní péče o životní prostředí, jednak soustava odvětvových a funkčních orgánů.

Do soustavy orgánů komplexní péče o životní prostředí patří především Federální shromáždění a vláda ČSSR jako nejvyšší orgán státní moci. Vládě je podřízena Československá akademie věd, uskutečňující základní výzkum i v oblasti životního prostředí. Z tohoto hlediska je zvláště významná činnost komise prezídia ČSAV pro otázky životního prostředí. Ve skupině meziodvětvových a funkčních orgánů působí dnes již nepřeberné množství informačních systémů, inspekčních, plánovacích a kontrolních komisí, dobrovolných, především mládežnických aktivit a dalších zainteresovaných institucí.

Činnost těchto orgánů má většinou vysoce odborný, ale převážně jednostranně zaměřený charakter. V současné době dochází k dalšímu důležitému posunu i ve výstavbě investičních celků, především v jejich návaznosti na ekologické otázky. Jejich předběžné projednávání již není jen otázkou úzkého okruhu jednostranně specializovaných odborníků. Začíná se pozvolna uplatňovat i veřejné projednávání navrhovaného řešení širokým okruhem pracovníků jiných profesí. Účast veřejnosti tak umožňuje pohled z různých stran a zjištění možných negativních dopadů. Roztříštěnost vedení a odpovědnosti však zůstává i nadále. Doposud neexistuje samostatný a nezávislý orgán, který by se zabýval výhradně řízením výkonné složky péče o životní prostředí a sjednocoval činnost všech orgánů soustavy. Pro zvýšení účinnosti řízené péče o životní prostředí je proto nutné zajistit organizační předpoklady a to konstituování organizačních míst, vybudování spolehlivé informační základny, zabezpečit důslednou kontrolu působení soustavy, vytvořit účinné nástroje jejího efektivního ovlivňování a jednotné vedení.

Péče o životní prostředí

představuje soustavu činností, jimiž společnost cílevědomě a kladně ovlivňuje celkovou kvalitu životního prostředí, danou kvalitou jeho jednotlivých složek. Tato péče má různé formy. Za základní se považuje především **ochrana** životního prostředí před negativními důsledky činnosti člověka a před nežádoucím působením přírodních jevů. Dále je to **tvorba** životního prostředí, spočívající v cílevědomých úpravách životního prostředí podle potřeb společnosti tak, aby nebyly v příkrém rozporu s okolní přírodou.

Širokou škálu činností v oblasti tvorby a ochrany životního prostředí lze v hrubých rysech shrnout do tří samostatných souborů:

- studium vlivu lidské činnosti na zhoršování životního prostředí včetně výchovy odborných kádrů a politickovýchovného působení na celou společnost všemi dostupnými metodami;
- odhalování zdrojů způsobujících zhoršování životního prostředí (měření, registrace škodlivin včetně vývoje a výroby k tomu potřebných zařízení);
- likvidace důsledků lidské činnosti zhoršujících životní prostředí a ochranu tohoto prostředí před jejich vlivem, získávání podpory a využití zájmu občanů o zlepšení tohoto prostředí.

Studium vlivu lidské činnosti na zhoršování životního prostředí má vysoce vědecký charakter. Vědeckovýzkumná základna pod vedením Československé akademie věd se zabývá základním i aplikovaným výzkumem. Podílejí se na něm i mnohé odvětvové výzkumné a projektové ústavy včetně podnikových. Vědecké ústavy a instituce zkoumají nejen ovzduší a kvalitu vod, ale i krajinnou ekologii, urbanismus či využití odpadních a druhotných surovin. Vždyť jen tuhých komunálních odpadů vzniká u nás na tři až tři a půl miliónu tun ročně a podle velmi seriózních odhadů se v nich nachází za téměř tři miliardy korun surovin. Nepřímým úkolem výzkumné základny je také soustavné zdůvodňování a hledání cest prevence ve všech složkách zhoršování životního prostředí.

Mezi nejvíce sledované vlivy, působící na zhoršování životního prostředí, lze zařadit:

a) exhalace škodlivin do ovzduší, způsobené především:
- spalováním nízkojakostního uhlí s velkým obsahem síry (oxidy sirných exhalací vytvářejí kyselé deště, které rozrušují veškerou výstavbu, stavební památky, vozovky, kovové konstrukce, ničí lesní porosty a další rostlinné kultury);
- nedostatečnou výstavbou zařízení pro odlučování škodlivin z kouřových zdrojů (popílku, síry, dusíku aj.);
- růstem městských aglomerací (vysoká hustota dopravy a výrobních podniků);
- vysokou koncentrací průmyslu na malém území;
- hromadným používáním nevhodných chemikálií (olovnatý benzín, freony, pesticidy a další postřikové a práškovací látky ničí i užitečný hmyz, kromě ovzduší znehodnocují i spodní pitné vody a vodní toky);

b) znečišťování vodních toků průmyslovými a zemědělskými splašky a odpadními chemikáliemi při nedostatečné výstavbě čističek odpadních vod;

c) erozí půdy a znečišťování prostředí působené:
- vytvářením velkých lánů polí, ze kterých jsou při záplavách či větru odnášeny vrchní vrstvy ornice, je ničena drobná polní zvěř a vyžaduje se vysoká chemizace půdy;
- nárůstem pevných, plynných a kapalných odpadů, zvětšujícím nároky na jejich uskladnění či likvidaci;
- nevhodnou, projekčně nedostatečně zvládnutou výstavbou objektů, malou a nekvalitní údržbou stávající zástavby;
- neodpovědným jednáním pracovníků při práci znečišťující okolí (zemědělská a stavební doprava, provoz kotelen a výtopen, obsluha naftového a chemického hospodářství, údržba kanalizací, vozovek a chodníků, odvoz odpadků z občanských sídlišť aj.).
- netečnost a lhostejnost lidí k hromadící se špíně v jejich okolí a mnohde i k jejich svévolnému (nepovolené skládky) či neuvědomělému rozšiřování atd.

K probuzení z občanské letargie by mělo nemalou měrou přispět i politickovýchovné působení. Mělo by se však radikálně změnit, aby opět získalo kontakt s lidmi. Musí se obrátit k tvrdé realitě dnešních dnů a ukazovat, co našim dětem předáme, budeme-li dále pokračovat v dosavadním překotném ničení všeho, co se dá ještě zničit nejen v přírodě, ale i v myšlení lidí. Dokazovat, že jedině nekompromisní, jednoznačné, reálně uvažující a přísně odborně fundované, a ne diletantské řízení nás může zachránit od plíživě se šířící zkázy. Tady mají široké pole působnosti nejen politická školící střediska, kroužky a skupiny, ale hlavně všechny stupně škol a všech složek Národní fronty. Rovněž v oblasti zájmové činnosti je zapotřebí umožnit v co nejširší míře občanům zapojit se do plnění úkolů celospolečenského programu ochrany životního prostředí. K tomu je nutné široce rozvinout ekologickou, odborně zaštítěnou propagandu. Přitom by měl sehrát velmi vážnou a vysoce seriózní roli i Svazarm.

Odhalování, lokalizace a kontrola činnosti zdrojů způsobujících znečištění společně s patřičnými postihy za přestupky spadají pod pravomoc ministerstva vnitra a životního prostředí ČSR. Je to úkolem i kontrolních orgánů vodohospodářské inspekce a technické inspekce ochrany ovzduší. Velmi žádoucí je i soustavná občanská výpomoc, především u místních, náhodně se vyskytnuvších zdrojů znečišťujících prostředí. Přílišný a ukvapený radikalismus však ani zde není na místě. Např. křičet „zastavte ihned provoz teplárny spalující sirnaté uhlí, vždyť nám zamořuje a ničí naše sídliště" a zároveň nadávat, když se pak na krátký čas pro

opravu kotle provoz opravdu zastaví, že „ani teplou vodu neumějí zajistit", není konstruktivní přístup, ale jen nic neřešící demagogie, bohužel mnohým lidem dnes vlastní. Hledání přijatelného řešení je jistě rozumnější. Při odhalování zdrojů škodlivin a v řadě případů i při jejich likvidaci již řadu let velmi dobře fungují mládežnické aktivity mladých Ochránců přírody a hnutí Brontosaurus. Společně s komisemi mládeže pro ekologii při národních výborech ukazují, že zvláště mladým lidem není čistota okolí, ve kterém žijí a pracují, lhostejná.

Měřením a průběžnou registrací škodlivin se již řadu let zabývají specializovaná odborná a vědecká pracoviště, disponují však jen velmi řídkou sítí pevných a mobilních měřicích stanovišť. Je to oblast, vyžadující další účinnou pomoc při rozšiřování počtu kontrolních bodů a zavádění automatizace hlášení překročené povolené úrovně škodlivin v měřeném prostředí. Stěžejní příčinou, proč je hustota dosavadní kontrolní sítě nízká, je malá až nedostatečná dostupnost potřebné indikační, analyzující, měřicí, registrační a automatizační přístrojové techniky. Nejen její komplexní vývoj, ale především její průmyslová výroba jsou stále nevyhovující. O nedostupnosti potřebných přístrojů podala pádný důkaz i celostátní výstava EKOFÓRUM 1989, pořádaná v červnu tohoto roku v Ostravě. Vystavovatelé, kteří se měli blýsknout ekologickou technikou, neposkytli mnoho důvodů k nadšení. Pro podniky není doposud tato technika příliš přitažlivá a ekonomicky výhodná,proto se vláda snaží tento stav změnit. V článku 4 výše zmíněné mezivládní dohody (ČSSR, NDR, PLR) o ekologii se mimo jiné smluvní strany zavazují ke kooperaci a specializaci výroby přístrojů a zajištění provozu měřicích sítí pro sledování změn životního prostředí. Ve vývoji a výrobě měřicí a automatizační signalizační přístrojové techniky pro účely ekologie jsou tedy ještě značné rezervy a iniciativní přístup odborné veřejnosti je proto jen žádoucí.

Komplexní rekultivace devastovaného životního prostředí, způsobené lidskou činností, a především účinné kroky k tomu, aby se dále nezhoršovalo, jsou jedním z nejobtížnějších a ekonomicky nejnáročnějších úkolů péče o životní prostředí. Narážejí však velmi často na nepochopení, lhostejnost ba i odpor, hlavně tehdy, působí-li proti plnění tzv. plánovaných úkolů. Určitou roli zde hraje i skutečnost, že právní odpovědnost má dílčí, lokální charakter s rozdílnou výkonnou pravomocí. Rozhodující vliv by sice měly mít národní výbory, obecně však existuje spíše jen občanská, čili víceméně anonymní a tím i malá či žádná odpovědnost. Navíc některé rekultivační práce mají charakter sysifovského syndromu nedosažitelnosti vytčeného cíle, protože nejsou odstraněny základní příčiny. Důsledky pak nelze s konečnou platností natrvalo odstranit. Přesto je však velmi potřebné vést neúnavný boj za záchranu a především za obnovu životního prostředí. Je to boj o to obtížnější, že nepřítel je plíživý, obtížně definovatelný, tuzemský i zahraniční a působí dlouhodobě v nepřeberném množství forem postupného ničení hodnot i lidí. Boj, vyžadující nemalé lidské úsilí a značné finanční i materiálové náklady.

V této souvislosti je vhodné připomenout slova předsedy vlády L. Adamce: „Vláda nepřistupuje k ekologii s prázdnýma rukama. Tím, že v Československu omezujeme vojenskou výrobu, vznikají jisté rezervy i kapacity ve strojírenství a ty chceme využít právě v této oblasti". Přechodem těchto „kapacit" na výrobu pro požadavky ekologie a vedením boje na ochranu života společnosti spoluvytvoří i armáda výkonného garanta realizace Státní koncepce tvorby a ochrany životního prostředí a racionálního využití přírodních zdrojů do roku 2000. Že to jde, dokazuje i „vojenský újezd" Brdy, který je jednou z ekologicky nejzachovalejších oblastí v ČSR hlavně proto, že je zde co nejpřísněji dodržován plán asanačních a rekultivačních opatření (ARC) odpovědnými armádními složkami.

Možnosti Svazarmu

ÚV Svazarmu společně s celým funkcionářským aktivem si plně uvědomují naléhavost úkolů, spojených se životním prostředím. Péče o jeho ochranu i tvorbu je obsažena i v hlavních dokumentech této branné organizace. Úkoly zaměřené k ochraně životního prostředí se tak stávají nedílnou součástí plánů územních orgánů Svazarmu a jeho jednotlivých zájmových branných činností. Jsou uplatňovány i ve volebních programech Národní fronty, v nichž se důraz klade především na činnost poslanců – členů Svazarmu. Český a slovenský ústřední výbor Svazarmu již zpracovaly a schválily pětiletý plán opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí, jímž orientují i činnost územních orgánů a základních organizací do této oblasti. Plnění těchto úkolů hodnotí orgány Svazarmu, na okresním a krajském stupni. Svůj odraz nacházejí i v součinnostních jednáních a dohodách s národními výbory a dalšími organizacemi Národní fronty.

Problematika ochrany životního prostředí se do určité míry prolíná řadou odborností ve Svazarmu. Ukazuje se však nezbytné zabývat se jí cílevědoměji a rozvíjet především ty zájmy, které zohledňují právě tato hlediska. Ekologická tématika je také součástí některých lektorských činností v oblasti přípravy obyvatelstva k civilní obraně a politickovýchovných témat ve výcvikových střediscích branců. Doposud však není dostatečně zpracována ucelená koncepce ekologické politiky Svazarmu i metodika přímé účasti svazarmovců při ochraně životního prostředí. Zde by se mohla do konkrétní podoby rozvinout i účast na vývoji, výrobě a zavádění měřicí, regulační, kontrolní signalizační, automatizační a vyhodnocovací techniky pro sledování a ovlivňování životního prostředí.

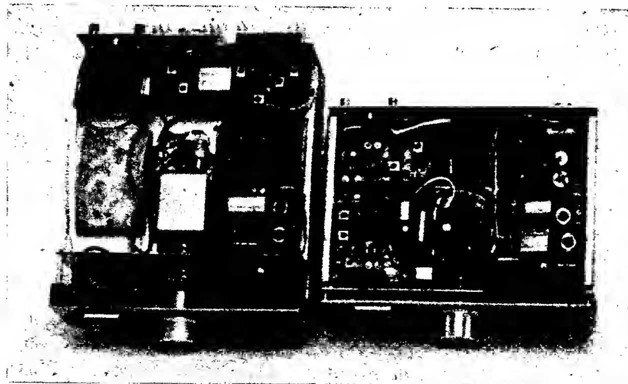
Většina uvedené přístrojové techniky využívá elektronických obvodů a prvků výpočetní techniky. To vytváří široké pole působnosti zejména pro svazarmovské odbornosti zaměřené na elektroniku a radioamatérství, a to jak profesně tak i zájmově, amatérsky. Pro širší publicitu amatérsky navržených a zkonstruovaných přístrojů mohou jejich autoři využít i stránek Amatérského rádia. Pomohou tak alespoň zčásti zaplnit mezeru, která zde stále přetrvává.

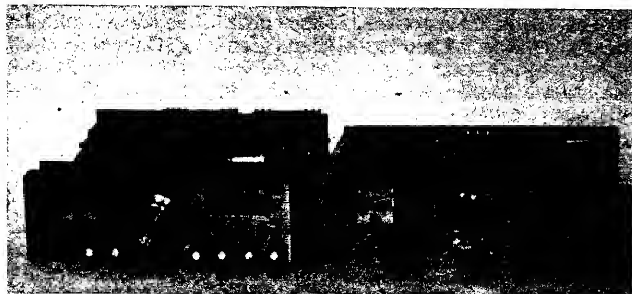
Zpracování tuhých domovních odpadů na dále využitelné suroviny zatím u nás rovněž nemá vhodné technologie, i když by mělo značný společenský přínos. I ta ještě čeká na své vynálezce a realizátory. Také užší spolupráce s Ochránci přírody při odstraňování kalamitních situací a při ochraně půdního a lesního fondu i čistoty vod by Svazarmu ještě zvýšila jeho společenskou prestiž.

Různorodost činností, do kterých lze tvořivě zapojit základní organizace na tom kterém úseku výhodném pro dané místní podmínky, je tedy značná a poskytuje svazarmovcům prostor proto, aby mohli odpovědně pomáhat i v této oblasti armádě při ochraně naší vlasti.

(V 70. letech autor pracoval v oddělení pro sledování ochrany a čistoty ovzduší při HMÚ.)

Ke konstrukci na titulní straně

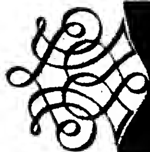




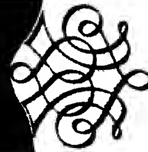
Snímek na titulní straně této Konstrukční přílohy AR zachycuje transceiver VKV 144 MHz CW/SSB FANTOM '89 v jeho původní verzi. Na těchto dvou snímcích jej můžete porovnat s jeho „mladším bratrem" (vždy vpravo). Ten je zhotoven přesně podle dokumentace, zveřejněné v tomto časopise. Je to základní verze transceiveru, tedy bez koncového stupně a dolní propusti s měřičem ČSV (o výkonu 300 mW). Desky s plošnými spoji tohoto transceiveru (X73 až X88) je možno si objednat přímo u autora, případně i osazené, jakož i celý hotový transceiver (adresa autora je na str. 42).

Důležité upozornění

V roce 1990 vyjdou tři přílohy časopisu Amatérské rádio (cena jedné bude 10 Kčs). První příloha je nazvána „Mikroelektronika" a vyjde v březnu, další dvě budou „Konstrukční přílohy", z nichž první vyjde v červenci a druhá v prosinci.



HISTORIE



O pokusech pana Heinricha Rudolfa Hertze, řádného profesora Vysokého učení technického v Karlsruhe, vykonaných v letech 1886 až 1889



Heinrich Rudolf Hertz

František Smutný

Svět lidského rodu je světem vln. Takovým byl vždy a takovým i zůstane. Právě před sto lety se však v tomto obraze světa něco podstatného změnilo: Jistý mladý profesor fyziky tuto skutečnost v průběhu svých „pokusů s jiskrami a kmity", jak je později charakterizoval Tomáš Alva Edison, pochopil ve všech podstatných souvislostech. Sestrojil zařízení produkující elektromagnetickou vlnu požadované vlnové délky a polarizace a jiné zařízení, které elektromagnetickou vlnu detektuje. V řadě krásných pokusů pak prokázal principiální jednotu chování „paprsků elektrické síly" – rozuměj elektromagnetických vln – na straně jedné a světelných a tepelných paprsků na straně druhé. Připravil tak půdu k všestrannému využití elektromagnetických vln tak, jak je – převážně k přenosu informací v nejširším slova smyslu – využíváme dnes.

Abychom mohli správně ocenit význam a dosah Hertzových pokusů, jejichž stoletému výročí je věnován tento článek, řekněme si úvodem několik slov o vývoji stavu poznání o elektřině a magnetismu v druhé polovině devatenáctého století, která se zhruba kryje s druhou etapou rozvoje klasické fyziky.

Nahlíženo dnešníma očima, stojí na počátku této etapy teorie elektromagnetických jevů, rozpracovaná v letech 1860–1865 Jamesem Clerkem Maxwellem. Dnes si obtížně představíme, že tato teorie, přímo předpokládající existenci elektromagnetických vln, nebyla současníky obecně přijata. Na vysokých školách a v odborné literatuře nadále převládaly ideje A. M. Ampèra, W. Webera a C. Neumanna, vycházející z představ působení na dálku, tak osvědčených v klasické mechanice; většina současníků uznávala Maxwella jako úspěšného vědce „jen" díky jeho zásadním příspěvkům ke kinetické teorii plynů a pro jeho teorii transportních jevů zahrnující difúzi, tepelnou vodivost a vnitřní tření. Současníky zanedbávaná Maxwellova teorie přitom nebyla ničím jiným, než matematickým přepracováním výsledků a myšlenek Michaela Faradaye, jehož originální představa silových trubic je v dějinách první představou pole, tedy představou působení na blízko. Je zajímavé, že koncept Faradayových silových trubic byl mnohem dříve přijat praktiky navrhujícími elektrické stroje, obzvláště po objevení samobuzení Wernerem von Siemens v roce 1867.

Na scénu pak vstupuje další osobnost – Hermann von Helmholtz. V roce 1871 přijímá profesuru fyziky na berlínské univerzitě a vymiňuje si, že mu bude vybudován ústav, pozdější slavný Physikalisch-Technische Reichsanstalt, jehož stavba byla umožněna Siemensovým darem půl milionu marek. Mezi Helmholtzovými žáky nalézáme Wilhelma Wiena, autora posouvacího zákona; Alberta Abrahama Michelsona, proslavivšího se experimentálním důkazem nezávislosti rychlosti šíření světla na směru šíření vzhledem k Zemi a . . . Heinricha Rudolfa Hertze, který již jako student obdržel zlatou medaili za samostatné vyřešení úkolu vypsaného univerzitou (experimentálně nalézt projev kinetické energie elektrického proudu, nebo alespoň kvantitativně omezit její velikost). Týž student Hertz ještě ve čtvrtém semestru studií před přísnými zraky profesorů von Helmholtze a Kirchhoffa obhájil doktorskou práci „magna cum laudae" a zanedlouho se stal von Helmholtzovým asistentem.

Přenesme se nyní do roku 1886. Profesor Hertz působí již rok v Karlsruhe a právě zahajuje široce koncipovaný program pokusů, který lze snad nejlépe charakterizovat přehledem článků v prestižním časopise Annalen der Physik und Chemie (Wiedemann), ve kterých shrnul své výsledky:

1. O velmi rychlých elektrických kmitech. **31** (1887), s. 421–448.
2. O působení lineárních elektrických kmitů na sousední vodič. **34** (1888), s. 155–170.
3. O indukčních jevech vyvolaných elektrickými procesy v izolátorech. **34** (1888), s. 273–285.
4. O rychlosti šíření elektromagnetických účinků. **34** (1888), s. 551–569.
5. O elektromagnetických vlnách ve vzduchu a jejich odrazu. **34** (1888), s. 609–623.
6. O paprscích elektrické síly. **36** (1889), s. 761–783.
7. O vedení elektrických vln dráty. **37** (1889), s. 395–408.

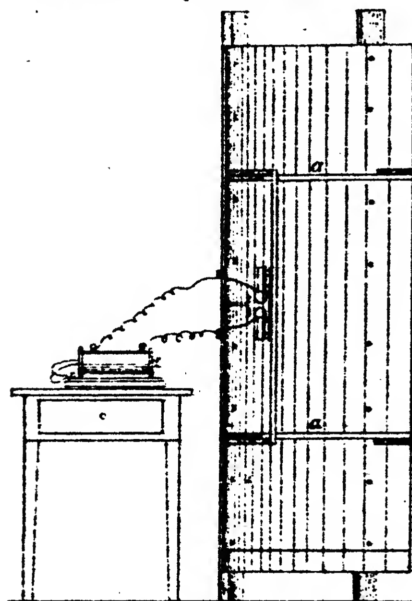
Poznamenejme, že sedmou práci tohoto přehledu většina historiků mezi práce pojednávající o „Hertzových pokusech" nezapočítává; protože však odpovídá na některé otázky Maxwellovy teorie, uvádíme ji zde jaksi navíc.

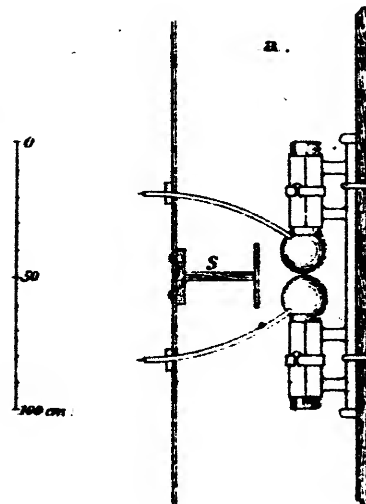
Ke svým pokusům profesor Hertz navrhl a sestrojil zařízení, které bychom dnes nazvali vysílač a přijímač. Současník F. Trouton je příhodně nazval „Hertzův vibrátor" a „Hertzův rezonátor". Dejme však slovo samotnému autorovi, jak popisuje jeden ze svých modelů pracující s délkou vlny 66 cm: „Představte si válcové mosazné těleso o průměru 3 cm a délce 26 cm, přerušené v polovině své délky jiskřištěm, jehož póly jsou z obou stran tvořeny kulovými povrchy o poloměru 2 cm . . . Je podstatné, aby povrchy jiskřiště byly často přeleštovány a během pokusů stíněny před osvětlením pobočnými výboji . . . Jak vzhled jiskry, tak zvuk jí vydaný dává informaci o tom, je-li jiskřiště v uspokojivém stavu . . . k oběma polovinám vodiče je tlustými dráty, izolovanými gutaperčou . . . připojen induktor . . . jiskřiště bylo nastaveno na mezeru asi 3 mm širokou . . . Důkaz elektrických sil v prostoru byl podán pozorováním malých jisker mezi póly jiskřiště sekundárního vodiče . . . několik setin milimetru dlouhých . . ."

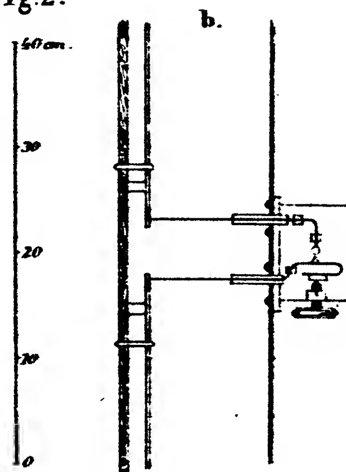
Všechna pozorování byla provedena v zatemněné místnosti, poté co si oko zvyklo na tmu. Rezonátor byl opatřen optikou pro snazší pozorování jiskřiště, jehož mezera byla nastavitelná mikrometrickým šroubem. Pokusy byly tak namáhavé, že se na počátku roku 1889 zhoršil Hertzovi zrak do té míry, že mu musela číst a psát manželka.

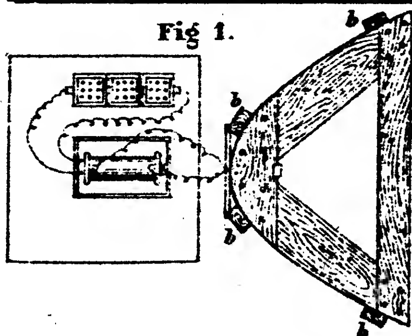
Po prvních pokusech, při nichž byl vibrátor spojen vodičem s rezonátorem, následovaly pokusy s volným rezonátorem, přemisťovaným po vyklizené posluchárně; délka vlny byla asi 3 m. Na podlaze profesor Hertz označil křídou pro jednotlivá místa směr optimálního natočení rezonátoru a vytvořil tak první dvourozměrný diagram elektromagnetických vln, vyzařovaných dipólem. V dalších pokusech prokázal odraz vln od plochého kovového listu připevněného na zdi posluchárny, průchod elektromagnetických vln dřevěnými dveřmi, změřil délku vlny a vypočetl rychlost šíření elektromagnetických vln. Pokusy s izolátory ověřil Maxwellovu hypotézu posuvného proudu; k těmto experimentům, při nichž vkládal do elektromagnetického pole různé nevodiče, například užil papírový kvádr o rozměrech $1{,}5 \times 1 \times 0{,}5\ m^3$ složený z knih a asfaltový kvádr – rozuměj bednu – o rozměrech $1{,}4 \times 0{,}4 \times 0{,}6\ m^3$ vylitou 800 kg asfaltu. Pro důkaz jednotného původu světla, tepelného záření a elektromagnetických vln profesor Hertz „prostě" opakoval pokusy kla-

Annalen d. Phys. u. Chem. N.F. Bd. XXXVI.









Hertzův vysílač (obr. 1 a 2a). Dipól s jiskřištěm (detail na obr. 2a) je v ohniskové čáře válcového parabolického zrcadla. Buzení induktorem. Na obr. 2b je detail přijímacího dipólu s miniaturním jiskřištěm. Přijímač byl umístěn ve stejném parabolickém zrcadle

sické optiky s přímočarostí šíření, odrazem, lomem a polarizací světla.

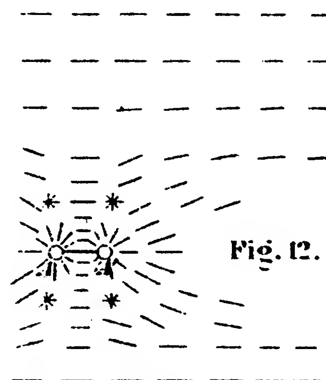
K tomuto účelu sestrojil pár kovových parabolický válcových zrcadel, jedno mělo v ohniskové přímce vibrátor, druhé rezonátor. K průkazu odrazu elektromagnetických vln použil ploché kovové zrcadlo, lom elektromagnetických vln prozkoumal pomocí trojbokého asfaltového hranolu o hmotnosti 1200 kg. Z optiky známou turmalínovou destičku ke studiu polarizačních jevů nahradil dřevěným rámem s rovnoběžně napnutými dráty navzájem od sebe vzdálenými 3 cm; tento „polarizátor" nezasvěcenci nejspíše připomínal česlo.

Posouzeny jako celek, Hertzovy pokusy spolu s hlubokou analýzou, provedené s neúchylnou poctivostí charakteristickou pro všechny Hertzovy práce, nám dávají plný a pravdivý obraz o původu a chování elektromagnetických vln, jejich vysílání a příjmu, ke kterýmžto bodům již nelze mnoho zásadního dodat.

V dalších letech Heinrich Hertz působil jako univerzitní profesor v Bonnu, v praktickém rozvíjení výsledků z Karlsruhe však nepokračoval. Objevil fotoelektrický jev a schopnost kovů propouštět katodové paprsky. Nezávisle a současně s Oliverem Heavisidem předložil v teoretických pracech, věnovaných Maxwellově teorii elektromagnetismu, jasný a koncentrovaný tvar Maxwellových rovnic. Byl ještě svědkem horečného opakování „Hertzových pokusů" v předních světových laboratořích a dožil se všeobecného spontánního mezinárodního ocenění. Po neúspěšné operaci a vleklé nemoci umírá v plné duševní síle 1. ledna 1894 na celkovou otravu krve, ve věku necelých 37 let.

Devadesátá léta jsou pak svědky stále úspěšnějších pokusů o praktické využití elektromagnetických vln; hlavními protagonisty jsou Aleksandr Stěpanovič Popov a Guglielmo Marconi. I když se nezachoval protokol o radiotelegrafickém spojení uskutečněném A. S. Popovem 12(24). března 1896 a sovětští historikové, kteří tuto událost rekonstruovali ze vzpomínek účastníků nemohou rozhodnout, zda byla depeše A. S. Popova vyslána latinkou či v ruském přepisu, nevyvratitelným faktem zůstává její obsah skládající se z pouhých dvou slov: „Heinrich Hertz".

Poctu fenomenálnímu objevu pana profesora Hertze již šedesát let vyjadřujeme dvěma písmeny. Zápis z V. přednášky cyklu 1928/29 Jednoty čs. matematiků a fyziků konané dne 17. 1. 1929 lakonicky uvádí: Na návrh prof. Nachtikala bylo přijato, aby se projevil souhlas s označením jednotky pro kmitočet (sec^{-1}) názvem Hertz, zkratka Hz.

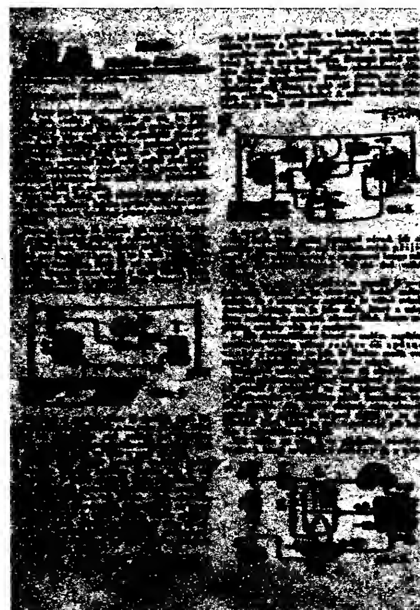


Původní experimentálně určený dvourozměrný diagram elektromagnetického pole vyzařovaného dipólem A-A'

Vše pro mládež

Stejně jako dnes je kolem radiotechniky dost zájemců z řad mládeže, bylo tomu tak i v dobách, kdy radiopřijímač nebyl zdaleka všední věcí. Snad jen prostředky jednotlivců i radioklubů byly skromnější. Obrázek je z časopisu pro mládež „Malý čtenář" v roce 1929. Tato první lekce pro mladé radioamatéry – v dnešním smyslu slova – poskytuje návod na stavbu jednoduchého přijímače s dvoumřížkovou elektronkou. Tyto lekce vycházely na pokračování několik roků. Velké radiotechnické firmy (Telefunken, u nás např. Pála–Slaný) vyráběly pro mládež stavebnice s podobnými návody. I když hlavním cílem těchto firem bylo vychovat si zákazníky pro své radiotechnické výrobky. A tak i prostředky vložené do „radiotechnické mládeže" dnes, a trochu jinak, nebudou ve většině případů ztrátové.

OK1AYW



Z časopisu „Malý čtenář" ročník 49, 1929–30. Tiskem J. R. Vilímka v Praze



Zařízení k natáčení parabolické antény

Ing. Jiří Šťastný, CSc.

V poslední době se na oběžné dráze zvětšuje počet družic vysílajících TV programy. Do nedávna stačilo mít pevně nastavenou přijímací parabolickou anténu na jednu družici a majitel takovéhoto zařízení mohl být zcela spokojen. Dnes však můžeme u nás přijímat signál ze šesti družic, a v budoucnu se tento počet ještě zvětší. Je technicky neúnosné, aby majitel přijímacího zařízení měl na každou družici pevně nastavenou parabolickou anténu. Pokud chceme sledovat programy vysílané z více než z jedné družice je zapotřebí přijímací parabolu doplnit zařízením, kterým bude možné parabolu přesně nasměrovat i na jiné družice. Toto zařízení se nazývá polarmount.

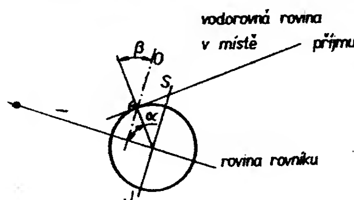
Navržené zařízení se skládá z vlastního natáčecího zařízení, servomechanismu a ovládací jednotky. Na panelu ovládací jednotky je otočný přepínač, kterým lze nastavit číslo odpovídající družice, jejíž program chceme přijímat. Stisknutím tlačítka START se zařízení připojí k síťovému napětí a parabola se natáčí tak dlouho, až dosáhne předem zvolenou polohu. Potom se zařízení samočinně odpojí od síťového napětí. Zařízení rovněž umožňuje ruční ovládání. Po přepnutí přepínače do polohy MAN, lze tlačítky + a − natáčet parabolickou anténu plynule.

Jak je známo, družice se pohybují po kružnici, která leží v rovině rovníku a jsou vzdáleny od povrchu zeměkoule přibližně 36800 km. Jejich úhlová rychlost je přesně stejná jako úhlová rychlost otáčející se zeměkoule, takže vůči zeměkouli jsou tyto družice stále na stejném místě. Z jednoho místa příjmu má tedy každá družice jinou elevaci (úhel natočení osy paraboly vzhledem k vodorovné rovině) a jiný azimut (úhel natočení osy paraboly vzhledem k jihu). Na první pohled by se zdálo, že bude nutné přijímací parabolickou anténu nastavovat ve dvou osách – azimut a elevaci. Musíme si uvědomit, že přestavovat parabolu z jedné družice na druhou můžeme také tak, že budeme pohybovat osou paraboly po kruhové dráze, na které jsou všechny vysílací družice. Sledovat tuto dráhu nám umožňuje dále popsané zařízení.

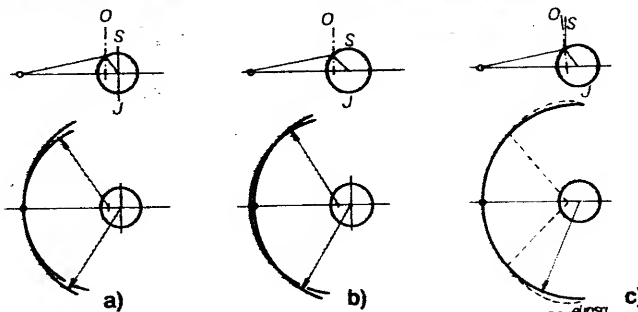
Nebudu uvádět žádné složité výpočty, ale problematiku si jednoduše vysvětlíme podle obr. 1 a, b, c. Představme si, že naše parabolická anténa je ideální a vyzařuje svazek rovnoběžných paprsků. Kdyby byla anténa umístěna přesně nad severním (jižním) pólem a měla nastavenou elevaci na oběžnou dráhu vysílacích družic, tak otáčením antény okolo zemské osy (přímky procházející severním a jižním pólem) by svazek paprsků paraboly protínal rovinu rovníku přesně na kružnici, na které leží vysílací družice. Přijímací anténa je v našem případě asi na 50 stupni severní šířky a osa otáčení antény není tedy totožná se zemskou osou. Pokud bude osa otáčení paraboly přesně kolmá na rovinu rovníku, tj. rovnoběžná se zemskou osou, potom bude svazek paprsků při otáčení paraboly opět protínat rovinu rovníku v kružnici. Tato kružnice by se podle nastavení elevace paraboly nemusela oběžné dráhy družic vůbec dotýkat nebo se může dotýkat v jednom bodě obr. 1a nebo ji protínat ve dvou bodech obr. 1b (pro jednoduchost je zemská osa kreslena svisle). Skloníme-li osu natáčení paraboly o určitý úhel vůči zemské ose, nebude již svazek paprsků otáčející se paraboly protínat rovinu rovníku v kružnici, ale v elipse (obr. 1c). Poměry na obr. 1 a, b, c neodpovídají přesně skutečnosti. Ve skutečnosti jsou poměry daleko příznivější.

Při vhodně nastaveném úhlu β a elevaci paraboly je část elipsy, v rozsahu u nás přijímaných družic, prakticky totožná s kružnicí, na níž leží vysílací družice.

Základní úhel β pro konstrukci zařízení určíme podle zeměpisné šířky místa přijímací antény (obr. 2). Například pro Prahu je zeměpisná šířka přibližně $\alpha = 51°$, takže úhel osy natáčení paraboly ke kolmici na vodorovnou rovinu je $\beta = 90° - 51° = 39°$.

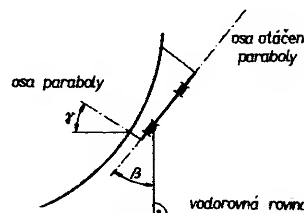


Obr. 2. Určení úhlu



Obr. 1. Dráha otáčení paraboly

Uchycení parabolické antény je schematicky znázorněno na obr. 3. Jak jsme si v předchozím textu vysvětlili, na úhlu β velice záleží a proto musí být zařízení zkonstruováno tak, aby tento úhel bylo možné jemně „vyladit" v rozsahu ±2°. Uchycení vlastní paraboly v otočném zařízení musí být takové, aby osa paraboly protínala osu natáčení paraboly.



Obr. 3. Uchycení paraboly

Natáčecí zařízení

Na obr. 4 je celková sestava natáčecího zařízení. Parabolická anténa o průměru 1200 mm, pro kterou bylo zařízení konstruováno, byla mimo jiné vyztužena trubkou *1* stočenou do kruhu (může být použit i ocelový pás), který byl zezadu k parabole přilaminován. Na této trubce jsou přivařeny dva svislé úchyty *26* a dva vodorovné úchyty *19* s dírami o ∅ 12 mm.

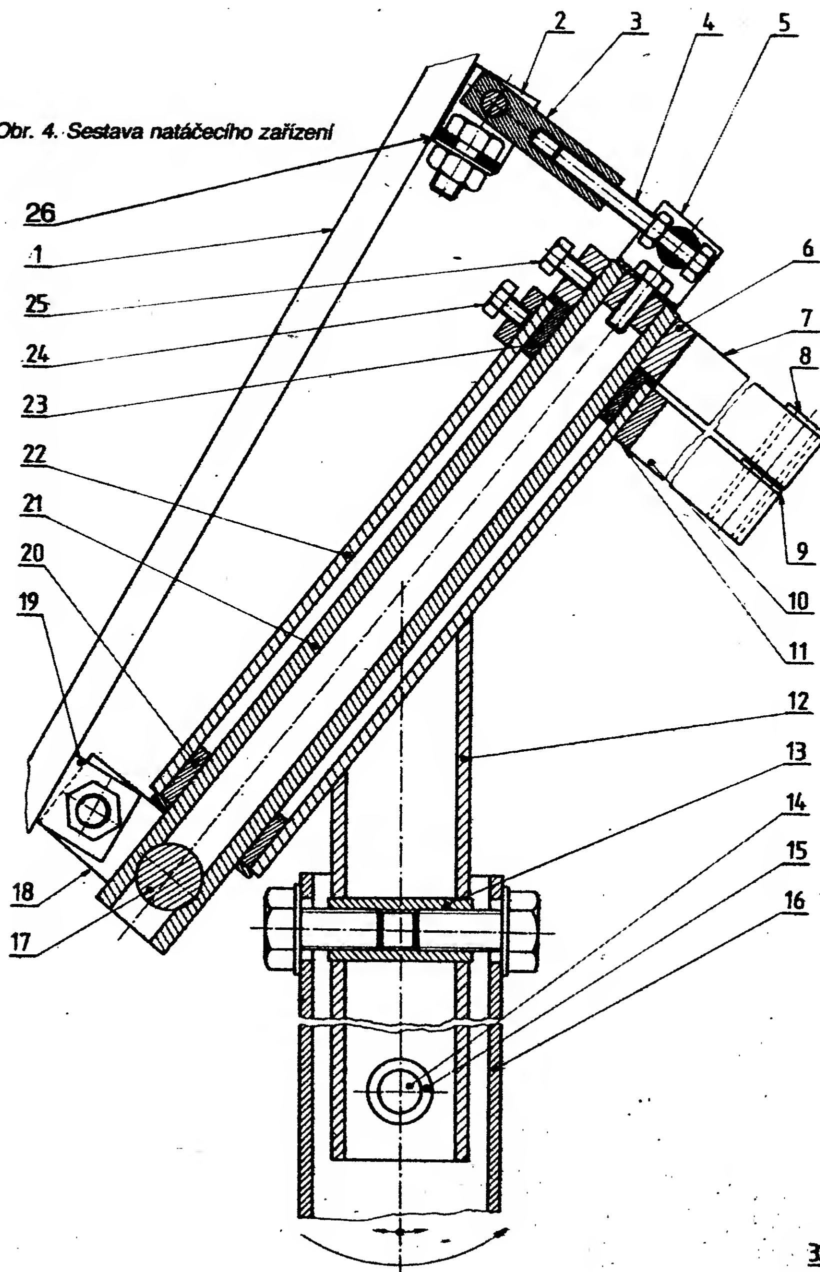
Natáčecí zařízení se skládá z otočné a pevné části. Otočná část je tvořena tlustostěnou trubkou *21*, ke které je v dolní části přivařena příčná tyč *17* (délka podle vzdálenosti úchytů paraboly). Na obou koncích příčné tyče *17* jsou přivařeny nástavce *18*, ke kterým je šrouby M12 připevněna parabola. Na horní části trubky *21* je nasazena objímka *6* s ramenem *7*. Objímka je zajištěna šroubem *25*. Na horní části otočné trubky *21* je šroubem M8 připevněn držák *5*. Držák je spojen s horním úchytem paraboly tyčí *3* a šroubem *4*. Těmito dvěma díly se nastavuje základní elevace paraboly. Tyč *3* je spojena s parabolou držákem *2*.

Otočná tyč *21* je uložena v kluzných ložiskách *20* a *23*. Tato kluzná ložiska jsou nalisována do skloněné trubky *22*. Na horní části trubky *22* je nasazena objímka *11* s ramenem *10*. Objímka je zajištěna šroubem *24*.

Ke skloněné trubce *22* je přivařena svislá trubka *12*. Do svislé trubky jsou zavařeny dva úchyty, ve kterých jsou díry se závity M16. Osa horního úchytu *13* musí být v jedné rovině s osou skloněné trubky *22* a osou svislé trubky *12*. Osa spodního úchytu *15* musí být kolmá na osu horního úchytu *13*. Nosná trubka *16* je třmeny pevně připevněna k zábradlí balkonu či ke konstrukci na střeše apod. Svislá trubka *12* je k nosné trubce *16* připevněna šrouby *14* za spodní úchyt *15*. Zašroubováním šroubů do horního úchytu *13* lze trubku *12* a tím také osu natáčení paraboly přesně nastavit do správného sklonu.

Natáčením ramene *7* vůči rameni *10* lze tedy natáčet celou parabolu. Je-li správně nastaven sklon osy natáčení paraboly a základní elevace, potom při natočení paraboly sleduje osa paraboly dráhu, na které jsou stacionární družice. V ramenech *7* a *10* jsou pouzdra *8* a *9*, do kterých jsou zasunuty čepy servomechanismu, který parabolickou anténu natáčí.

Obr. 4. Sestava natáčecího zařízení



Stěračový motorek včetně kuželového převodu zdviháku je dobré vhodně zakrytovat proti vnikání dešťové vody. Natáčecí zařízení včetně servomechanismu je na obr. 6.

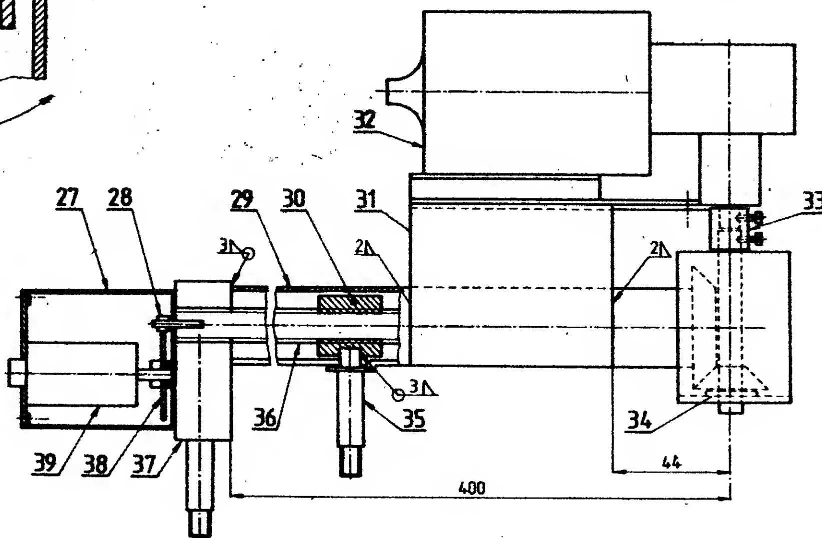
Ovládací jednotka

K natáčení antény slouží servomechanismus, který je řízen servozesilovačem. Natáčení je možné provádět ručně, tj. stisknutím tlačítka Tl2 (+) se anténa otáčí od východu na západ, stisknutím tlačítka Tl3 (−) se anténa natáčí opačně. Při přepnutí na automatiku lze otočným přepínačem Př. 1 zvolit jednu ze šesti předem nastavených poloh parabolické antény a anténa se po stisknutí spouštěcího tlačítka Tl1 (START) natáčí tak dlouho, až dosáhne předem zvolené polohy. Po dosažení zvolené polohy se celé zařízení samočinně vypne.

Ovládací jednotka je napájena ze zdroje, který je tvořen transformátorem Tr, usměrňovačem D 12 až D 15, filtračními kondenzátory C7 a C8.

Na invertující vstup operačního zesilovače OZ je přivedeno napětí ze snímače natočení antény, tj. potenciometru P1 a jednoho z potenciometru předvolby P2 až P7. Pokud jsou tato napětí rozdílná, je z výstupu OZ buzen jeden z výkonových stupňů, např. T1 a T2 nebo při opačné polaritě výstupu OZ je buzen výkonový stupeň T3, T4. Tím se motor M servomechanismu otáčí na jednu nebo na druhou stranu. Z výstupu výkonového zesilovače je zavedena přes rezistor R8 a R9 záporná zpětná vazba do OZ. Nastavením vhodně velké zpětné vazby trimrem R9 se dosáhne přesného nastavení servomechanismu. Pro napájení potenciometrů P1 až P7 je stejnosměrné napětí filtrováno a stabilizováno (C1 až C4, R1 až R4, D1, D2). Transformátor musí být navržen tak, aby nebylo toto napětí ovlivňováno odběrem motorku.

Obr. 5. Sestava servomechanismu



Servomechanismus

Požadavky na celé zařízení jsou náročné jak z hlediska tuhosti a pevnosti, tak z hlediska přesnosti. Tyto požadavky s velkou rezervou splňuje servomechanismus, který je zhotoven z běžně dostupných součástí. Ze zdviháku (heveru) od vozu Škoda a ze stěračového motorku rovněž z vozu Škoda.

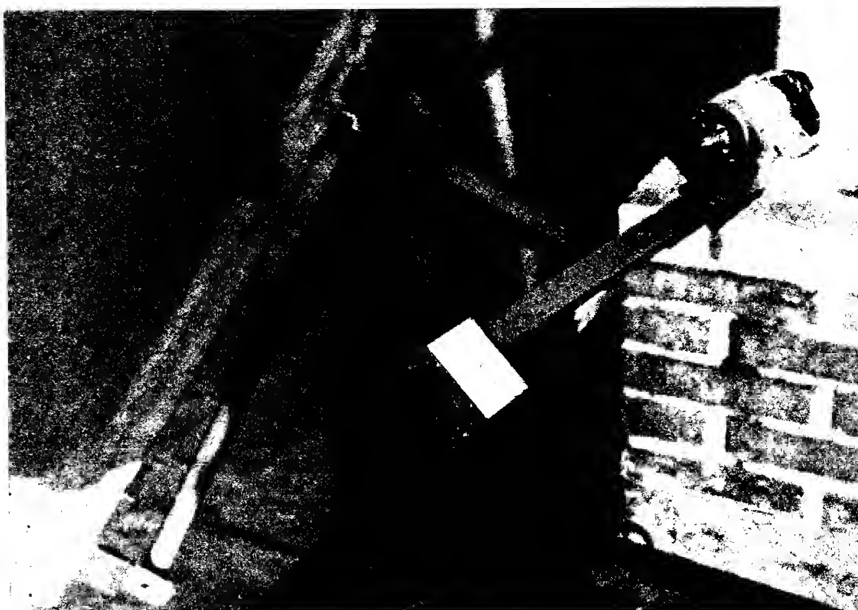
Sestava servomechanismu je na obr. 5. Na místo spodní opěrky zdviháku je k tělesu zdviháku přivařen čep *37*. Druhý čep *35* je zavařen do matice *30* ve tvaru kostky, která se pohybuje na šroubu *36* uvnitř tělesa zdviháku *29*. Na tělese zdviháku je přivařen držák *31* motorku *32*. Spojkou *33* je spojena hřídel motorku s hřídelí zdviháku. Případná vůle v kuželovém převodu, který je součástí zdviháku se vymezí podložkou *34*. Čepy *35* a *37* jsou zasunuty do pouzder v ramenech *7* a *10* natáčecího zařízení a zjištěny maticemi.

Úhel, o který se může anténa natáčet, závisí na délce ramen a na délce zdvihu servomechanismu. Popsané zařízení bylo navrženo na úhel natáčení paraboly od 0° do 100°.

Pro správnou činnost zařízení je nutné, aby zařízení bylo vybaveno kvalitním a přesným snímačem polohy. V daném případě bylo ke snímání polohy parabolické antény použito desetiotáčkového potenciometru „Aripot" *39*. Tento potenciometr je přes převod 1:10 připojen na šroub zdviháku *36*. Do díry, která je vyvrtána do šroubu zdviháku, je nalisována hřídelka s pastorkem *28*. Pastorek zabírá s ozubeným kolem *38*, které je na hřídeli potenciometru *39*. Celý snímač i s převodem je uzavřen v plechové krabici *27*. K elektrickému připojení potenciometru slouží konektor (na obr. 5 není zakreslen).

Z výstupu výkonového zesilovače je také napájeno relé Re. Přes spínací kontakt relé Re je spínán triak Tc1, který připojuje transformátor k síťovému napětí (ve funkčním vzorku bylo místo triaku použito relé RP 70 – 24 V).

Toto zapojení má tu výhodu, že celé zařízení je pod napětím pouze při činnosti servozesilovače a dále není potřeba držet stisknuté tlačítko po celou dobu natáčení antény, ale tlačítko stačí stisknout pouze na okamžik (přestavení antény z jedné krajní polohy do



Obr. 6. Natáčecí zařízení

druhé krajní polohy trvá asi 2,5 min). OZ vybudí výkonové tranzistory, přes které je napájen motorek. Zároveň se sepne relé Re. Tím se sepne také triak a přemostí tlačítko Tl1. Při otáčení paraboly se mění odpor potenciometru P1. Jakmile se vyrovnají napětí na P1 a jednom z trimrů P2 až P7, přestane OZ budit výkonové tranzistory, relé Re rozpojí své kontakty a triak odpojí celé zařízení od sítě. Po dobu činnosti servomechanismu svítí dioda D8.

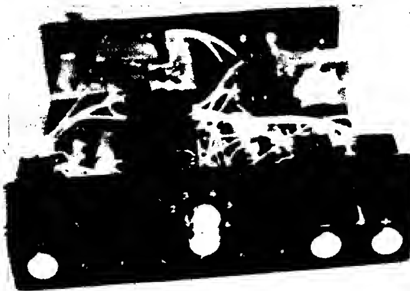
Aby bylo možné nastavit potenciometry P2 až P7, má ovládací jednotka i ruční ovládání. Přepnutím přepínače Př2 z polohy AUT., kdy byl výstup OZ připojen k výkonovému zesilovači, do polohy MAN. se výkonový zesilovač připojí k rezistorům R10 a R11. Druhý pól přepínače Př2 připojí transformátor k síti. Stisknutím tlačítka Tl2 nebo Tl3 se motor bude otáčet na jednu nebo na druhou stranu.

Nastavení zpětné vazby je potřeba pečlivě vyzkoušet se servomechanismem. Motor musí do nastavené polohy dojíždět bez „cukání" a bez pomalého zmenšování rychlosti. Servomechanismus se musí zastavit ve stejné poloze při pohybu z jedné i z druhé strany.

Při ručním provozu by mohla nastat situace, že parabola bude natočena do některé z krajních poloh. Motorek se nebude moci otáčet a začne odebírat několikanásobně větší proud. Na rezistoru R14 vznikne úbytek napětí a rozsvítí se dioda D10 nebo D11. Svítící dioda D10 případně D11 signalizuje, že motor se nemůže otáčet. Tím se odstraní potřeba koncových spínačů na servomechanismu.

Ovládací jednotka je zabudována ve skříňce o rozměrech 200 × 200 × 60 mm (obr. 7) a propojena se servomechanismem pětižilovým kabelem.

Elektrické schéma zapojení je na obr. 8. Deska s plošnými spoji pro ovládací jednotku je na obr. 9. Na obr. 10 jsou rozkresleny jednotlivé díly natáčecího zařízení se servomechanismem.



Obr. 7. Ovládací jednotka

Rezistor R14 je navinut z odporového drátu ∅ 0,5 mm a je připevněn přímo k transformátoru. Rezistor R16 je připojen přímo k diodě D9.

Sestavení natáčecího zařízení

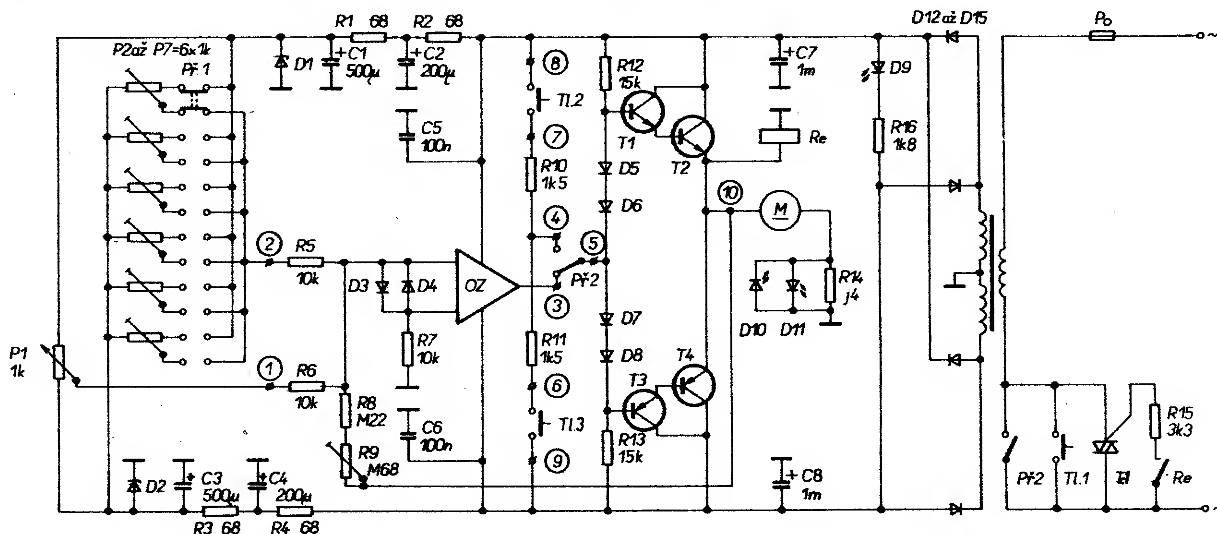
Nejprve je nutné k dostatečně pevné konstrukci připevnit nosnou trubku *16* tak, aby byla kolmá k vodorovné rovině a aby osa horních děr pro úchyt *13* směřovala přesně na jih. Potom zasuneme do nosné trubky *16* svislou trubku *12* s přivařenou trubkou *22*. Trubku *12* upevníme šrouby M16 do úchytů *13* a *15*. Na skloněnou trubku *22* nasuneme objímku *11* s ramenem *10* a zajistíme šroubem *24*. Otočnou část *21* zasuneme zespodu do kluzných ložisek *20* a *23* a na horní vyčnívající část nasadíme objímku *6* s ramenem *7* tak, aby rameno *7* bylo přibližně kolmé na příčnou tyč *17*. Objímku zajistíme šroubem *25*. Dále připevníme šrouby M12 parabolu za úchyt *19* k nástavcům *18* příčné tyče *17*. K hornímu úchytu *26* paraboly připevníme šroubem M12 držák *2*. K otočné trubce *21* připevníme shora šroubem M8 držák *5*. Držák *5* spojíme s držákem *2* tyčí *3* a šroubem *4* (M8).

Nastavení paraboly

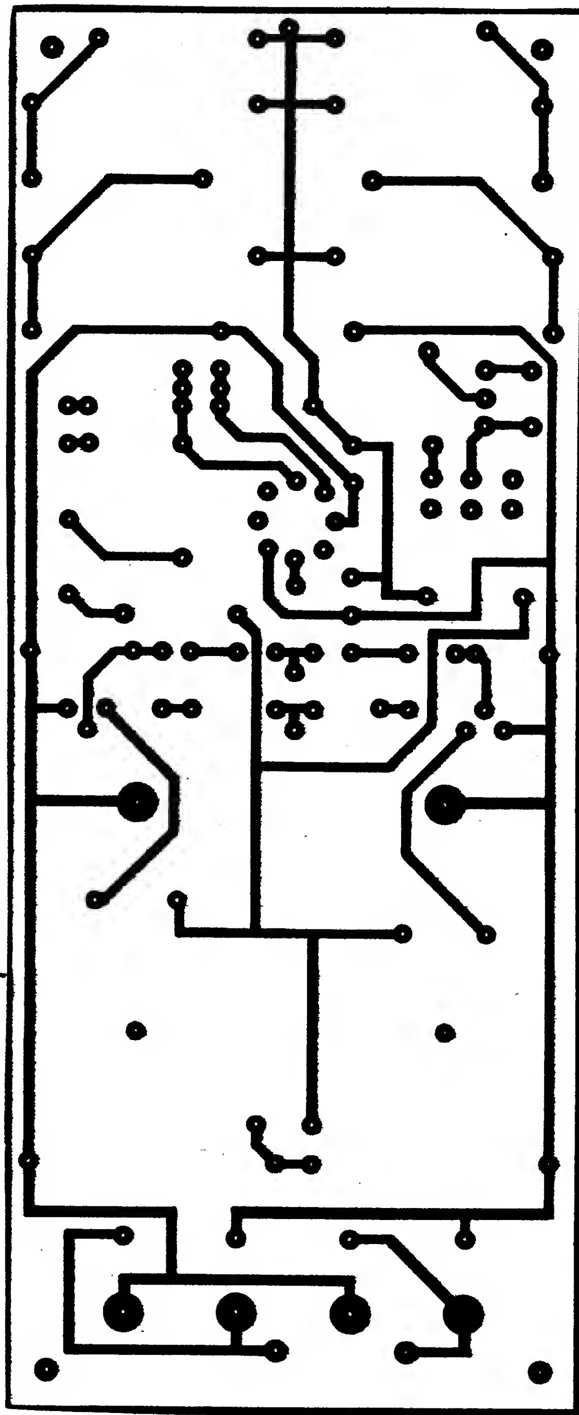
Objímku *11* s ramenem *10* natočíme o úhel přibližně 45° vlevo od ramene *7*, které je nasměrováno na sever. Na pevné rameno *10*, pro snadnější orientaci, přilepíme papírový úhloměr.

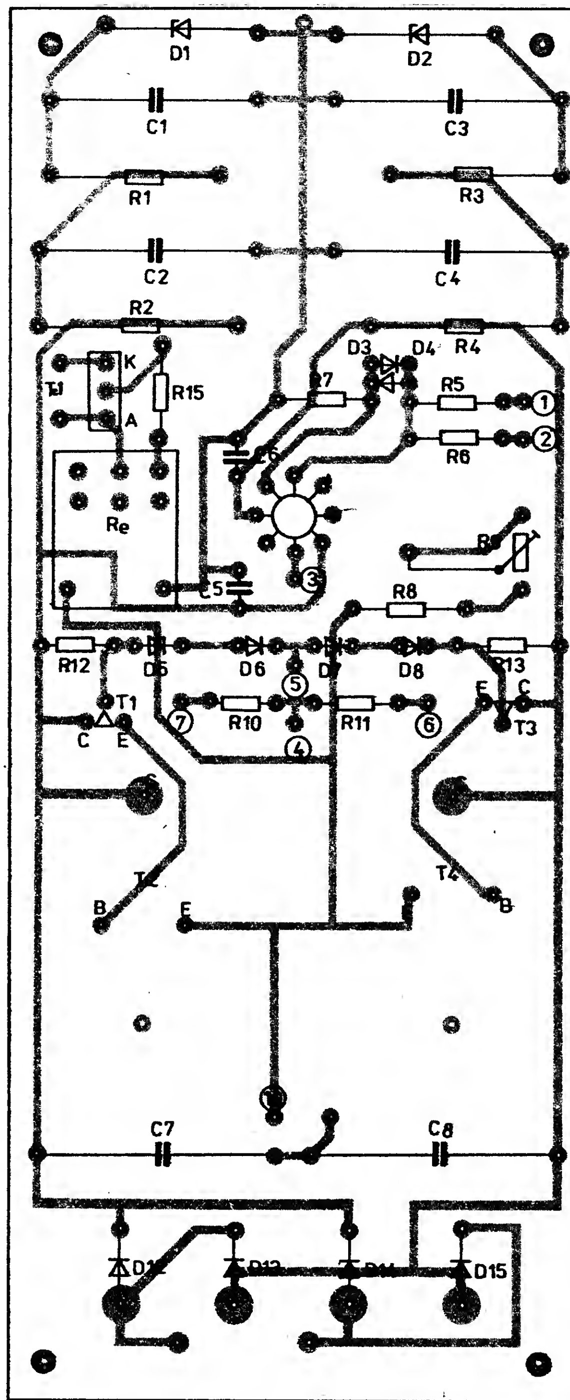
Po zapojení družicového a televizního přijímače se nejprve budeme snažit zachytit některý z programů družice ECF4, která má polohu −13°. To znamená, že pro Prahu bude mít azimut +1,8° a elevaci 32,6°.

Pootočíme anténou asi o 2° na západ a otočením šroubu *4* budeme měnit elevaci tak, až zachytíme některý program. Potom se budeme snažit zachytit program družice VA-F15, která má polohu −60°. Pootočíme anténu na 53° východně a nastavováním sklonu trubky *12* šrouby v horním úchytu *13* nastavíme nejlepší obraz. Musíme si uvědomit, zda jsme úhel β při tomto nastavování zvětšovali, či zmenšovali. Zmenšování úhlu β nastává při sklánění svislé trubky *12* k jihu,



Obr. 8. Schéma zapojení





Obr. 9. Deska s plošnými spoji X70

Seznam materiálu

Pozice	*materiál*
2	ocel, plech – 2 mm
3	ocel, tyč ∅ 15–60
4	šroub M8 × 60
5	ocel, plech 2 mm
6	ocel, ∅ 55–25
7, 10	ocel, TR 25×25 – 195
8, 9	mosaz, ∅ 20–28
11	ocel, ∅ 75–25
12	ocel, TR ∅ 55/45 – 460
13, 15	ocel, ∅ 25–58
16	ocel, TR ∅ 85/75 – délka podle potřeby
17	ocel, ∅ 25 – délka podle úchytů paraboly
18	ocel, plochá 40×70×6
20	mosaz, ∅ 45–25
21	ocel, TR ∅ 35/20 – 325
22	ocel, TR ∅ 55/45 – 250
23	mosaz, ∅ 55–25
24, 25	šroub, M8 × 20

Rezistory

R1 až R4	68 Ω, 2 W
R5, R6, R7	10 kΩ
R8	220 kΩ
R9	680 kΩ
R10, R11	1,5 kΩ
R12, R13	15 kΩ
R14	0,4 Ω, viz text
R15	3,3 kΩ
R16	1,8 kΩ
P1	1 kΩ, desetiotáčkový potenciometr
P2 až P7	1 kΩ trimr

Kondenzátory

C1, C3	500 µF, 6 V
C2, C4	200 µF, 10 V
C5, C6	100 nF, TK783
C7, C8	1 nF, 15 V

Polovodičové součástky

D1, D2	KZ260/7V5
D3–D8	KA501
D9	LED zelená
D10, D11	LED červená
D12 až D15	KY722 apod.
T1	KF507
T2	KD367
T3	KF517
T4	KD366
Tc1	KT207/400
OZ	MAA741

Ostatní součástky

Př1	dvoupólový, šestipolohový přepínač
Př2	dvoupólový přepínač páčkový
P	pojistka 0,5 A/220 V
Tr	transformátor 220 V, 2×15 V, 2 A
Re	relé LUN 12 V

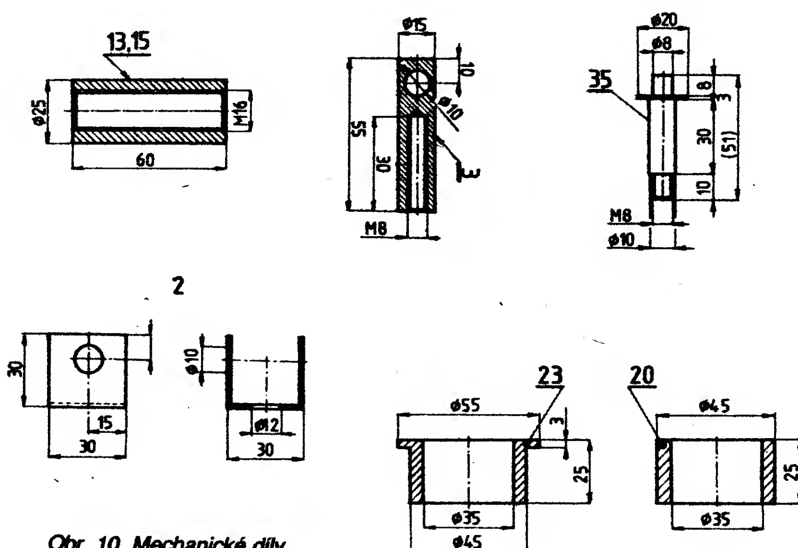
2 ks chladič pod výkonové tranzistory 40×30×40, Al tl. 2 mm

Tl1 až Tl3 mikrospínač

zvětšování naopak. Jestliže jsme museli úhel β např. zvětšit, znamená to, že pro družici ECS4 budeme muset zmenšovat elevaci. Tento postup několikrát opakujeme až nastavíme optimální obraz pro obě uvedené družice. Máme-li splněny všechny základní předpoklady, tj. nosná trubka je svisle a osu horních děr má natočenou na jih a osa paraboly se protíná s osou natáčení paraboly, pak při nastavení odpovídajícího azimutu zachytíme programy všech družic.

Nastavení ovládací jednotky

Máme-li vyzkoušeno, že zachytíme programy všech družic při ručním natáčení paraboly, zasuneme do pouzder *8* a *9* v ramenech *7* a *10*, čepy *35* a *37* servomechanismu a zajistíme maticemi. Po připojení ovládací jednotky k síti přepneme přepínač na ruční provoz. Stisknutím tlačítka + se bude parabola natáčet na západ. Stisknutím tlačítka



Obr. 10. Mechanické díly

Vnější jednotka

J. Hájek

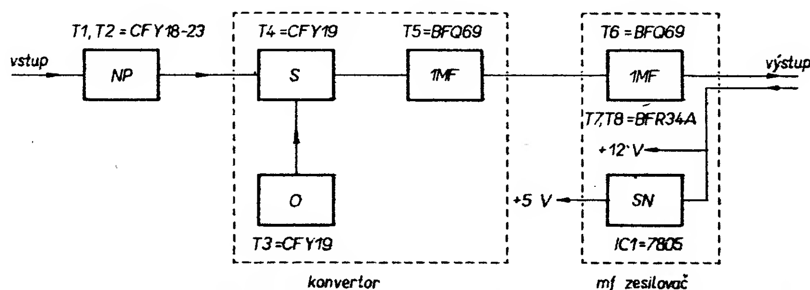
Vnější jednotka pro družicový příjem (konvertor) převádí přijímané kmitočty v pásmu 12 GHz do pásma první mezifrekvence v oblasti 1 GHz, na kterém pracují vstupní obvody vnitřní jednotky. Třebaže již bylo mnohokráte řečeno a napsáno, že vnější jednotku nelze v amatérských podmínkách vyrobit, byli to jako vždy pokročilí radioamatéři, kteří využívajíce zkušeností z pásma 10 GHz, vyřešili i tento nesnadný problém. Zatímco PA0VT ještě používal směšovacího modulu tovární výroby, pustil se YU3UMV do ryze amatérské konstrukce a popsal ji v západoněmeckém časopise UKW-Berichte [1]. Do výroby vnější jednotky, která je náročná jak na materiál, tak i na dobré mechanické vybavení a potřebné měřicí přístroje, by se měli pustit opravdu jen ti, kteří mají dostatek zkušeností s vf technikou v oblasti kmitočtů několika GHz.

Blokové zapojení

Části zařízení pro družicový příjem umístěné venku jsou na obr. 1. Parabolická anténa *P* s vhodným ozařovačem *OP*, ze kterého je přijímaný signál přiveden do nízkošumového předzesilovače *NP*, zesílený je pak směšován ve směšovači *S* se signálem oscilátoru *O* a vytvořený mezifrekvenční kmitočet zesilován v zesilovači první mezifrekvence *IMF* tak, aby výstupní výkon postačil ke krytí ztrát zpravidla dlouhého souosého kabelu k vnitřní jednotce.

V závislosti na výstupním výkonu přijímané družice, vyzařovacím diagramu použitých antén a druhu provozu (plný nebo poloviční výkon) potřebují zatím přijímatelná televizní vysílání pro dobrý příjem parabolické antény o průměru 0,6 až 1,5 m. Většinu dostupných parabol s poměrem ohniskové vzdálenosti a průměru v rozmezí 0,35 až 0,4 lze velmi dobře ozářit kruhovým vlnovodným ozařovačem s tlumivkovým límcem. Tyto ozařovače byly již několikrát popsány [2], [3] a v tomto zařízení použitý ozařovač je také popsán v [1], [4]. Odchylky od ideální paraboly a nerovnosti antény by měly být menší než ±1,5 mm.

Blokové zapojení vnější jednotky s rozdělením na jednotlivé konstrukční části je na obr. 2. Vstupní signál z ozařovače paraboly je zesílen v nízkošumovém předzesilovači NP se dvěma galiumarzenidovými (dále GA) tranzistory CFY18-23 a přiveden do vlastního konvertoru, kde je ve směšovači *S* směšován se signálem místního oscilátoru *O* a vytváří první mezifrekvenci. Směšovač i oscilátor jsou osazeny tranzistory GA typu CFY19. Mezifrekvenční signál je zesílen v jednostupňovém zesilovači s tranzistorem BFQ69. V části „mf zesilovač" je signál zesílen ještě ve třístupňovém zesilovači s tranzistory BFQ69 a 2 × BFR34A a veden souosým kabelem k vnitřní jednotce. V této části je umístěn i stabilizátor napájecího napětí *SN* s integrovaným obvodem 7805.



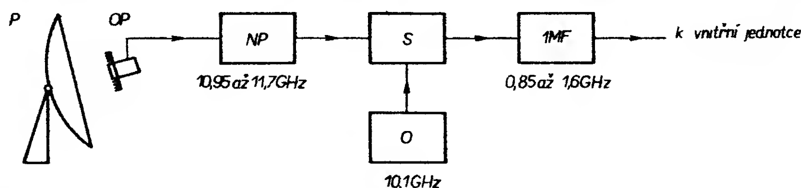
Obr. 2. Skutečné rozdělení vnější jednotky na jednotlivé části. SN – stabilizátor napětí.

Nízkošumový předzesilovač a vlastní konvertor jsou rozmístěny na teflonové desce s plošnými spoji vyztužené skleněnými vlákny. Třístupňový mezifrekvenční zesilovač je proveden „vzdušnou" montáží ve stínicím pouzdře z tenkého mosazného plechu.

Dvoustupňový nízkošumový předzesilovač používá GA FET CFY18-23 (šířka hradla 0,5 μm), ve směšovači a oscilátoru GA FET typu CFY19 (šířka hradla 1 μm), mf zesilovač je osazen křemíkovými vf tranzistory BFQ69 a BFR34A. Všechny tranzistory jsou výrobky firmy Siemens.

Jednotlivé části vnější jednotky jsou spojeny kousky souosého kabelu s vnějším měděným pláštěm o průměru 3,6 mm (typ RG-141), zakončenými speciálními vf konektory (typ SMA). V oblasti mezifrekvence jsou použity obvyklé konektory BNC. Vnější jednotka je napájena stejnosměrným napětím 12 V, vedeným souosým kabelem první mezifrekvence z vnitřní jednotky.

Nízkošumový zesilovač je navržen pro pásmo 10,95 až 11,7 GHz, ve kterém vysílá největší počet televizních družic. Zapojení je možno též předělat pro pásmo 12,5 až 12,75 GHz.



Obr. 1. Skupinové zapojení antény a vnější jednotky. P – parabolická anténa, OP – ozařovač paraboly, NP – nízkošumový předzesilovač, S – směšovač, O – místní oscilátor, 1 MF – zesilovač první mezifrekvence

Nízkošumový předzesilovač

Úkolem nízkošumového předzesilovače je zlepšení celkového šumového čísla a vyrovnávání ztrát následujících částí (konektor, kabel, směšovač). Kmitočty nad 10 GHz lze zesilovat pouze tranzistory GA. Rozhodujícím činitelem je šířka hradla; tranzistory s šířkou 1 μm mohou mít na kmitočtech kolem 12 GHz zesílení přibližně 6 dB při šumovém čísle 4 dB, tranzistory s šířkou 0,5 μm mají zesílení 10 dB při šumovém čísle kolem 2,5 dB.

Výrobcem udávané vlastnosti je možno dosáhnout pouze pečlivou konstrukcí zapojení. Téměř všechny mikrovlnné tranzistory mají pouzdra, určená pro pásková vedení, realizovaná na safíru, krystalu, oxidu hliníku nebo teflonu. Pro amatérské konstrukce je použitelný vzhledem k snadné opracovatelnosti pouze teflon. Uváděná zapojení jsou na teflonových deskách s plošnými spoji. Tloušťka desek je 0,5 mm, dielektrické konstanta, 2,33.

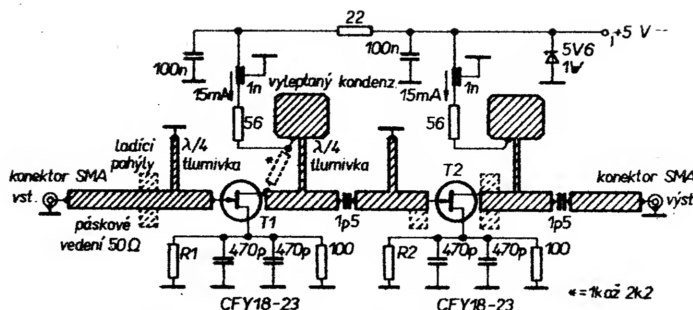
Na obr. 3 je zapojení dvoustupňového nízkošumového předzesilovače v provedení s páskovými vedeními o impedanci 50 Ω, na kterých jsou krátké ladicí pahýly z měděné fólie pro přizpůsobení obou tranzistorů. Toto přizpůsobení je nutné, neboť jak tranzistory, tak i deska s plošnými spoji mají tolerance a mimo to musí být zesilovač přizpůsoben k anténě, která má také tolerance impedance a na druhé straně ani následující směšovací stupeň nemá ideální impedanci 50 Ω. Výhodou této koncepce je možnost použití stejné desky s plošnými spoji pro celou kmitočtovou oblast mezi 10 a 13 GHz při pouhém posunutí ladicích pahýlů. V obr. 3 je naznačeno čárkovaně umístění pahýlů pro pásmo 10,95 až 11,7 GHz.

Napájecí napětí je přivedeno tlumivkami λ/4, blokovanými vyleptanými kondenzátory malé kapacity, takže je možno nízkofrekvenční rezonance napájecí sítě utlumit rezistory 56 Ω.

Pro dosažení udávaného zesílení jsou nejdůležitější zemní spoje elektrod *S* (každý

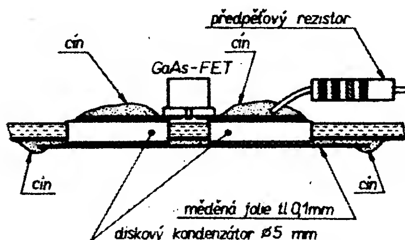
– se bude parabola natáčet na východ. Tímto způsobem nastavíme parabolu např. na azimut družice VA-F15. Na ovládací jednotce nastavíme otočný přepínač na č. 1 a páčkový přepínač přepneme na automatický provoz. Stiskneme tlačítko START a přidržíme ve stisknuté poloze. Zároveň budeme otáčet potenciometrem předvolby, až začnou střídavě blikat diody LED signalizující zastavení motorku. Tím je potenciometr předvolby zhruba nastaven. Nyní ručním provozem pootočíme parabolou a zajistíme, zda při automatickém provozu se parabola nastavuje na zvoleném azimutu. Případnou odchylku jemně doladíme potenciometrem předvolby. Stejným způsobem nastavíme parabolu na ostatní vysílací družice na oběžné dráze.

Nastavením otočného přepínače na číslo příslušné družice a stisknutím tlačítka START se parabola automaticky natočí na zvolenou družici. Po dobu natáčení paraboly svítí dioda LED. Po dosažení zvoleného azimutu paraboly se celé zařízení odpojí od sítě. Tato dioda svítí také při přepnutí přepínače ruční provoz a signalizuje tak, že zařízení je připojeno k síti.



Obr. 3. Zapojení nízkošumového předzesilovače

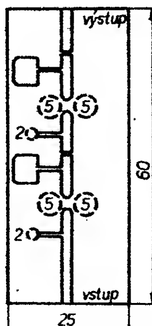
tranzistor má elektrodu *S* vyvedenu dvakrát). Oba vývody musí být zablokovány keramickým bezvývodovým diskovým kondenzátorem. Tyto kondenzátory jsou umístěny v otvorech teflonové desky, jak ukazuje obr. 4. Protože jsou vyrobeny z materiálu



Obr. 4. Způsob montáže blokovacích kondenzátorů u tranzistorů T1, T2 a T4

s vysokou dielektrickou konstantou, působí na uvažovaných kmitočtech prakticky jako kovové destičky. Potřebné otvory v teflonovém plošném spoji jsou naznačeny na obr. 5.

Je-li předzesilovač naladěn na pásmo 10,95 až 11,7 GHz má zisk přibližně 22 dB ve středu pásma a 18 dB na jeho okrajích.



Obr. 5. Deska s plošnými spoji předzesilovače a rozmístění děr (číslem označen průměr)

Konvertor

Pro směšování v pásmu 12 GHz je možno použít jak Schottkyho diody, tak i GA tranzistory FET. Výhodou směšovače s Schottkyho diodou je menší šumové číslo (6 až 8 dB) a menší potřebný výkon oscilátoru (přibližně 1 mW pro diodu). Směšovače s GA tranzistory FET s šířkou hradla 1 µm dosahují šumových čísel mezi 10 až 12 dB a potřebují větší výkon oscilátoru (přibližně 10 mW pro tranzistor). Naneštěstí závisí šumové číslo pasivního směšovače, jako je Schottkyho dioda, také silně na šumovém čísle použitého následujícího mezifrekvenčního zesilovače. Vynikající šumová čísla (kolem 1,5 dB) jsou dosahována úzkopásmovými nízkošumovými zesilovači. Protože však vnější jednotka pro družicovou televizi potřebuje širokopásmovou první mezifrekvenci (od 0,85 do 1,6 GHz), jejíž šumové číslo přes celý kmitočtový rozsah nebude menší než asi 5 dB, dosahuje celkové šumové číslo směšovače s Schottkyho diodou nakonec stejných hodnot jako u směšovače s GA tranzistorem FET. Ten má naproti tomu ještě malé směšovací zesílení, takže jeho šumové číslo je téměř nezávislé na následujícím mezifrekvenčním zesilovači.

Směšovací diody v pouzdrech mají poměrně velké parazitní reaktance, které lze jen nesnadno kompenzovat ve větším kmitočtovém pásmu. Diody bez pouzdra mají sice malé parazitní reaktance, avšak vzhledem k jejich malým rozměrům je manipulace s nimi velmi obtížná. Protože je GA tranzistor FET nakonec levnější než odpovídající sada diod, byla mu dána přednost.

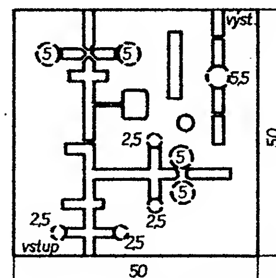
Celkové zapojení konvertoru, sestávajícího se ze směšovače (T4) místního oscilátoru 10,1 GHz (T3) a prvního stupně mezifrekvenčního zesilovače (T5) je na obr. 6. Vstupní signál a napětí oscilátorů jsou přivedeny na řídicí elektrodu T4, výstupní mezifrekvenční signál je odebírán z elektrody *D*. Protože vlastní směšování na kvadratické charakteristice probíhá ve vnitřní struktuře tranzistoru skutečně vertikálně, není závislé na šířce hradla. Ta má vliv pouze na kmitočtovou charakteristiku výstupního mezifrekvenčního signálu.

Pro zvětšení směšovacího zesílení má mít přenosový článek v hradlu T4 malou impedanci pro mezifrekvenční kmitočet a článek v elektrodě *D* T4 malou impedanci pro vstupní a oscilátorový kmitočet. Přenosový článek v hradlu T4 je odbočný filtr, sdružující vstupní a oscilátorový signál. Pracuje s laděnými, otevřenými pahýly o délce λ/4, určenými pro potlačení nežádoucích signálů. V cestě vstupního signálu je sací obvod pro potlačení oscilátorového kmitočtu, v cestě oscilátorového signálu je kmitočtová zádrž pro vstupní signály. Obě zádrže jsou vzdáleny λ/4 od slučovacího bodu, aby jejich vliv na žádoucí signál byl co nejmenší. Současně jsou připojeny čtyři tlumivky λ/4 pro potlačení mezifrekvenčních signálů. To zaručuje malou impedanci bez parazitních rezonancí v pásmu mezifrekvence.

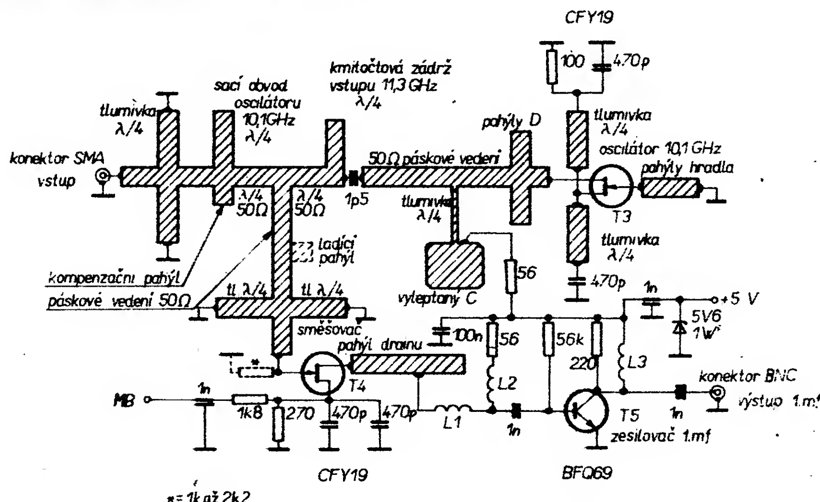
Pahýl elektrody *D* T4 je dlouhý 3/4λ pro vstupní a oscilátorový kmitočet a zvětšuje tak účinnost směšování. Pro kmitočty mezifrekvence se chová jako vyleptaný kondenzátor (kapacita pahýlu proti zemní ploše) a spolu s L1 tvoří dolní propust a současně přizpůsobení, neboť zmenšuje výstupní impedanci směšovače.

Signály televizních družic mají šířku pásma 16 až 36 MHz a přípustná kmitočtová nestabilita přijímače v oblasti několika GHz je dosažitelná volně kmitajícím oscilátorem s tranzistorem FET a páskovým vedením. Pro rozkmitání GA tranzistoru FET na kmitočtu kolem 10 GHz je nutná zpětná vazba mezi elektrodou *D* a hradlem, kterou lze vzhledem k parametrům tranzistoru v pouzdru dosáhnout dvěma tlumivkami λ/4, vloženými do vývodů *S*. Kmitočet oscilátoru je přitom hlavně určen pahýlem hradla, který pracuje při přihlédnutí k reaktancím čipu a pouzdra tranzistoru jako vedení o délce 3/4λ. Pahýly elektrody *D* jsou nutné pro dosažení stejnosměrné impedance v širokém kmitočtovém pásmu, čímž se zabrání kmitání na nežádoucích kmitočtech.

Napájecí napětí pro oscilátor je přivedeno tlumivkou λ/4 a zablokováno vyleptaným kondenzátorem podobně jako v předzesilovači, zatímco pro směšovač a první stupeň první mezifrekvence postačí vf tlumivky L2 a L3. I zde jsou nízkoohmové rezistory pro potlačení parazitních rezonancí.

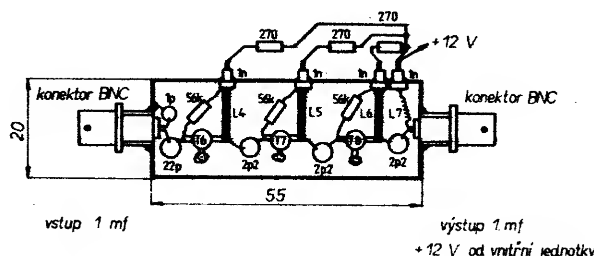


Obr. 7. Deska s plošnými spoji vlastního konvertoru a rozmístění děr



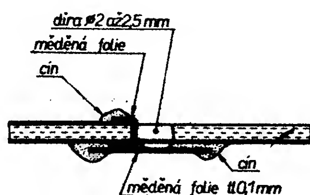
Obr. 6. Zapojení vlastního konvertoru

Obr. 8. Montáž T3 a příslušných blokovacích kondenzátorů elektrody S

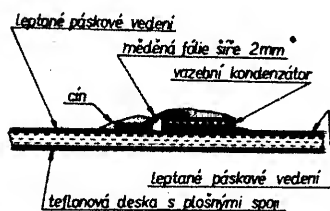


Obr. 13. Montáž mezifrekvenčního zesilovače „vzdušným" způsobem do kovového pouzdra

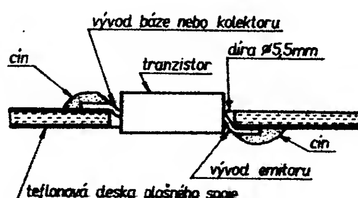
Deska s plošnými spoji s naznačením potřebných otvorů je na obr. 7. Způsob montáže tranzistoru oscilátoru a zejména blokovacích kondenzátorů je na obr. 8. Zemění tlumivkových pahýlů je na obr. 9. Montáž vazebních kondenzátorů o kapacitě přibližně 1,5 pF je znázorněna na obr. 10. Vsazení tranzistoru T5 prvního stupně mezifrekvenčního zesilovače do otvoru v desce s plošnými spoji je na obr. 11.



Obr. 9. Zemnicí spojení tlumivkových pahýlů.



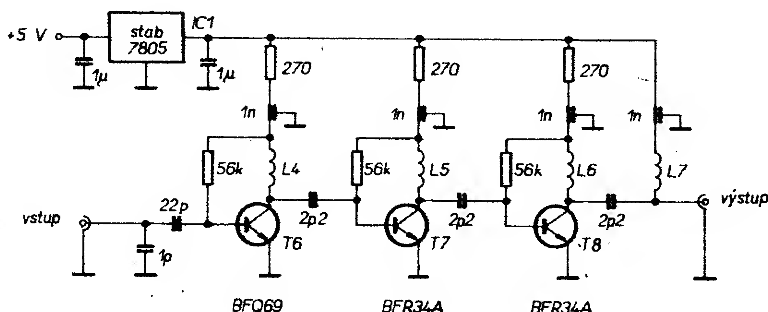
Obr. 10. Montáž vazebních kondenzátorů



Obr. 11. Montáž tranzistoru T5

Mezifrekvenční zesilovač

Třístupňový mezifrekvenční zesilovač na obr. 12 je osazen bipolárními mikrovlnnými křemíkovými tranzistory. Protože zesílení těchto tranzistorů se zvětšujícím se kmitočtem se rychle zmenšuje, musí mít širokopásmový mf zesilovač vhodné vazební členy ke kompenzaci přebytečného zesílení při nižších kmitočtech. Jednoduchým řešením jsou induktivní kolektorové odpory (L4, L5 a L6) a malé vazební kapacity. Tak je dosaženo dostatečně ploché kmitočtové charakteristiky se zesílením přibližně 25 dB ve středu a poklesem 5 dB na krajích pásma. Je-li

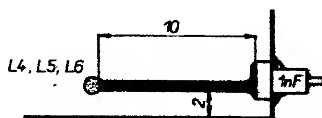


Obr. 12. Zapojení mezifrekvenčního zesilovače

zapotřebí většího zesílení (např. pro delší kabel mezi vnější a vnitřní jednotkou), je možno na místě T7 a T8 použít také BFQ69, což přinese zvětšení zisku asi o 5 dB. Je-li kabel krátký, je možno i jeden stupeň vynechat.

Napájející napětí + 12 V je přivedeno souosým kabelem z vnitřní jednotky přes tlumivky L7 a průchodkový kondenzátor. Provozní napětí +5 V pro stupně osazené GA tranzistory je stabilizováno monolitickým stabilizátorem napětí 7805. Jeho vstup i výstup je blokován proti nežádoucímu kmitání kondenzátory 1 μF.

Mezifrekvenční zesilovač nemá desku s plošnými spoji, součástky jsou vestavěny přímo do vhodného kovového pouzdra. Způsob „vzdušné" montáže je znázorněn na obr. 13, detail provedení indukčností L4, L5 a L6 ze vzdušných vedení (postříbřený vodič o průměru 1 mm) mezi kolektorovými vývody a průchodkovými kondenzátory je na obr. 14.



Obr. 14. Provedení kolektorových zatěžovacích odporů – indukčností L4, L5 a L6

Stabilizátor napětí je spolu s oběma blokovacími kondenzátory připevněn na kousku kuprextitu, který slouží současně jako chladič. Pro vyloučení teplotního driftu napájecího napětí +5 V a tím i kmitočtového driftu oscilátoru 10,1 GHz je zapotřebí použít přinejmenším stabilizátoru, dimenzovaného na 1 A (pouzdro TO-220), ačkoliv provozní proud je menší než 100 mA.

Mechanické provedení

Nízkošumový předzesilovač a vlastní konvertor jsou umístěny na teflonové desce s plošnými spoji, která je vyztužena skelnou tkaninou (RT/duroid). Tloušťka desek je 0,5 mm, relativní dielektrická konstanta 2,33. Oboustranně plátovaná deska je na jedné straně vyleptána, druhá slouží jako zemnicí plocha a současně jako druhá elektroda páskových vedení, jejichž struktura je patrná z obr. 5 a 7. Rozměry desek s plošnými spoji jsou 60 × 25 mm a 50 × 50 mm.

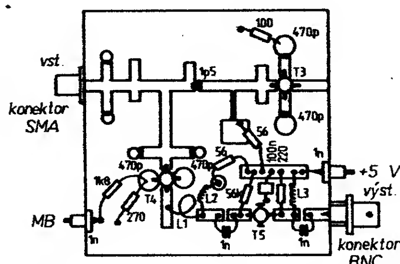
Nejprve je nutno velmi pečlivě vyvrtat potřebné díry. Protože teflon je velmi měkký materiál, je nutno použít ostré (nové) vrtáky a pracovat s malými otáčkami. Malé díry o průměru 1 mm pro předpěťové rezistory nejsou v obrázcích 5 a 7 naznačeny. Tyto rezistory je však též možno připájet na stěny pouzdra.

Vyleptané tlumivky o délce λ/4 jsou na koncích spojeny se zemnicí fólií malými kousky měděné fólie (stejně široké jako zeměná pásková vedení) ohnuté na hranách děr o průměru 2 až 2,5 mm. Tím se dosáhne nejkratšího spojení. Díry jsou pak zaslepeny připájením malého obdélníkového kousku měděné fólie, jak je znázorněno na obr. 9.

Bezvývodové diskové kondenzátory pro blokování vývodů S jsou nejprve zamáčknuty do děr o průměru 5 mm, pak se pečlivě pocínuje jak okolní fólie, tak i pájené kousky měděné fólie, aby se dosáhlo co nejmenší indukčnosti zemnich spojů. Podrobnosti jsou patrny z obrázků 4 a 8.

Vazební kondenzátory s kapacitou 1,5 pF jsou zhotoveny z kousku oboustranně plátované teflonové desky (rozměry 2 × 3,5 mm, tl. dielektrika 0,15 mm) a zapájeny podle obr. 10. Vzhledem k nepatrné tloušťce dielektrika je nutno ihned po zapájení kontrolovat kondenzátor na zkrat. Na uvažovaných kmitočtech je vzhledem k rezonančním efektům kapacita kondenzátoru větší než vypočítaná kapacita z plochy elektrod.

Osazení desky s plošnými spoji vlastního konvertoru je vidět z obr. 15. Blokovací kondenzátor o kapacitě 100 nF je umístěn ve středu pro rozvod napájecího napětí použitého vodiče, druhá elektroda je dírou o průměru 1 mm spojena se zemní fólií plošného spoje. Tlumivku L1 tvoří jeden a čtvrt závitu měděného smaltovaného drátu o průměru 0,5 mm, navinutého na průměr 4 mm. L1 je připájena ve vzdálenosti přibližně 5 mm (λ/4 pro 11 GHz) od otevřeného konce pahýlu u elektrody D směšovače. Tlumivky L2, L3 a L7 mají asi 10 závitů ze smaltovaného



Obr. 15. Rozmístění součástek vlastního konvertoru a jeho montáž do pouzdra

drátu o průměru 0,1 mm, vinutého na průměru 1 mm v délce 65 mm. Na přesném počtu závitu nezáleží, důležitá je celková délka, odpovídající λ/4 pro kmitočty první mezifrekvence. Po zapájení všech zbývajících pasivních součástek zapojíme tranzistory.

Výrobci těchto tranzistorů upozorňují na to, že neopatrným zacházením při montáži se mohou zničit rozměrově nepatrné hradlové vrstvy vybitím elektrostatických nábojů.

Proto musíme GA tranzistory pájet podle nejpřísnějších zásad známých z praxe s obvody MOS!!!

Po osazení je možno nízkošumový předzesilovač vestavět do vhodného kovového pouzdra, jak je naznačeno na obr. 16. Vlastní konvertor je zapotřebí před zapouzdřením alespoň hrubě nastavit, zejména kmitočet oscilátoru. Stěny pouzdra jsou z tenkého mosazného plechu širokého 22 mm, víčko z hliníkového plechu tl. 0,5 mm a dno tvoří vlastní deska s plošnými spoji. Průchodkové kondenzátory jsou zapájeny do děr ve stěnách. Ochranná Zenerova dioda je připájena vně pouzdra. Každá část zařízení je chráněna diodou, neboť mohou vzniknout napěťové špičky při náhodných zkratech i v napájecích obvodech +5 V. Pod víčko je nalepena vodivá pěnová guma, tlumicí nežádoucí parazitní rezonance pouzdra.

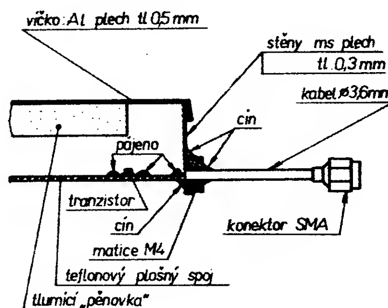
Kmitočty v oblasti 12 GHz vyžadují speciální souosé konektory typu SMA, propojené kousky polotvrdého souosého kabelu s měděným vnějším pláštěm o průměru 3,6 mm. Pro zvětšení mechanické pevnosti jsou na tento kabel našroubovány mosazné matky M4, které jsou pak připájeny k pouzdru.

Pro kmitočty první mezifrekvence od 0,85 do 1,6 GHz jsou vhodné konektory typu BNC, připájené přímo na pouzdro mezifrekvenčního zesilovače, jehož rozměry jsou 55 × 20 mm, výška 15 mm (obr. 13).

Uvádění do provozu a naladění

Celé přijímací zařízení je možné nastavit několika různými způsoby, závislými na vybavení měřicími přístroji. V amatérských podmínkách je nutné vycházet z toho mála dostupných mikrovlnných přístrojů či pomůcek, které jsou k dispozici, nebo které lze relativně snadno vyrobit. Proto je popsán postup, vyžadující jen velmi málo měřicích přístrojů. Je potřeba jednoduchý širokopásmový šumový generátor, zhotovitelný amatérskými prostředky a konvertor pro amatérské pásmo 1296 MHz s přijímačem a odpojitelnou automatickou regulací zesílení pro měření šumového čísla a zesilovacího činitele.

Třístupňový mezifrekvenční zesilovač není zapotřebí ladit. Protékají-li tranzistory T6, T7 a T8 odpovídající proudy (asi 15 mA), pracuje zesilovač s velkou pravděpodobností správně. Funkci stabilizátoru +5 V přezkoušíme dříve, než připojíme moduly s drahými GA tranzistory.



Obr. 16. Znázornění montáže desek s plošnými spoji do kovových stínicích pouzder.

Jako první je připojen modul vlastního konvertoru, kde je zapotřebí nejprve přezkoušet funkci místního oscilátoru a naladit jej na 10,1 GHz. Kmitá-li T3 správně, měl by jím téci proud přibližně 15 mA (měřeno jako úbytek napětí na předpěťovém rezistoru elektrody *S*). Současným dotykem pahýlu elektrody *D* a pahýlu hradla zamezíme kmitání a proud poklesne přibližně na 10 mA. Jsou-li uvedené proudy v rozmezí větším než ±20 %, je nutno změnit odpor rezistoru. Je známo, že GA tranzistory FET mají poměrně velké rozptyly strmosti.

Kmitočet oscilátoru je možno měnit změnou délky pahýlu hradla tranzistoru T3. Tento pahýl je vyleptán tak, že je o něco delší, takže jeho kmitočet je o 300 až 400 MHz nižší. Zkracujeme ho po opatrném odstranění zemnicí fólie vypilováním 3 mm širokého zářezu do plošného spoje. Protože při této práci je hradlo T3 „ve vzduchu", je nutno dodržovat všechny podmínky pro zacházení s GA tranzistory, jako při pájení. Pahýl hradla má být zkrácen o 1 až 1,5 mm pro dosažení kmitočtu 10,1 GHz. Jemně doladit lze malým kapacitním ladicím pahýlem z kousku měděné fólie, připájené přibližně do středu pahýlu hradla (podobně jako čárkovaně naznačené ladicí pahýly v obr. 3).

Měření kmitočtu oscilátoru v amatérských podmínkách není snadné. Nejlepším řešením by byl spektrální analyzátor nebo citlivý číslicový měřič kmitočtu, spojený se vstupem konvertoru. Pokud takto získaný signál nepostačí, je možno přechodně rozladit sací obvod oscilátoru, což ovšem může posunout kmitočet oscilátoru v rozmezí ±50 MHz.

Jinou možností je použít směšovače s Schottkyho diodou a oscilátoru s Gunnovou diodou, používaných ve stavbě amatérských mikrovlnných zařízení, které převádějí signál oscilátoru do lépe měřitelné oblasti VKV. Dokonce i známé Lecherovo vedení je zde použitelné a je pro kmitočty kolem 10 GHz dosti přesné, i když použité vodiče mají odstup 10 mm. Často však zde chybí levný a dostatečně citlivý detektor. Absorpční resonátory jsou rovněž přesné, potřebují však také citlivý detektor.

Přesnost nastavení kmitočtu oscilátoru postačí ±50 MHz, jemné doladění lze provést později. Konvertor nyní můžeme vestavět do vhodného pouzdra, jak je naznačeno na obr. 16. Nakonec se měří napětí v měřicím bodu MB. Pro co nejmenší šumové číslo směšovače by měl být proud tranzistoru T4 při přiloženém signálu oscilátoru v rozmezí 7 až 10 mA. Nekmitá-li oscilátor (dotykem prstu na pahýly), mělo by se napětí na elektrodě *S* T4 zmenšit přibližně o 500 mV. Zvětšení napětí na elektrodě *S* aktivního směšovače při připojení signálu oscilátoru má stejný význam jako usměrněný proud diodového směšovače (umožňuje pohled do nelineárního stavu směšovače a odhad směšovací účinnosti).

Směšovač a nízkošumový předzesilovač mají být naladěny na maximální zesílení v požadovaném pásmu 10,95 až 11,7 GHz. Zdrojem signálu může být jednoduchý šumový generátor. Přechod báze-emitor tranzistoru BFQ69, zapojený v nepropustném směru představuje jednoduchý a účinný zdroj šumu. Při Zenerově proudu kolem 5 mA dodává na kmitočet 12 GHz více než 30 dB ENR (excessive noise ratio).

Je-li použit šumový generátor jako zdroj signálu, je zapotřebí citlivého přijímače pro indikaci signálu na mezifrekvenčním výstupu konvertoru. Vhodným mezifrekvenčním kmitočtem se ukazuje 1296 MHz, který leží téměř ve středu přenášeného pásma od 0,85 do 1,6 GHz. Konvertory pro amatérská pásma 1296 MHz mají jistě mnozí radioamatéři k dispozici. Za ním se připojí širokopásmový přijímač s lineární detekcí a odpojenou regulací zesílení. Nejlepší je pro tyto účely měřicí přijímač pracoviště pro šumová měření, je-li ovšem dosažitelný. Přijímač musí mít pochopitelně možnost ručního nastavení zesílení (tlumicí články), aby bylo možné nastavit úroveň signálu na požadovanou výchylku měřidla a současně zabránit přebuzení.

Při práci s širokopásmovým zdrojem šumu je nutno dávat pozor, aby nízkošumový zesilovač a vlastní konvertor nebyly nastaveny na zrcadlový kmitočet. Zcela jistou metodou je použití dvou stejných ozařovačů, přičemž jeden je spojen se zdrojem šumu, druhý s předzesilovačem. Dolní mezní kmitočet použitého kruhového vlnovodu, tvořícího podstatnou část ozařovače je pro vlny módu TE_{11} přibližně 9,75 GHz, to je sice pod požadovaným propustným pásmem 10,95 až 11,7 GHz, avšak nad pásmem zrcadlových kmitočtů 8,5 až 9,25 GHz. Takový ozařovač představuje jednoduchý, avšak účinný filtr zrcadlových kmitočtů.

Úroveň šumového signálu lze snadno nastavit změnou vzdálenosti mezi oběma ozařovači. Nízkošumový předzesilovač je možno touto metodou současně přizpůsobit skutečné impedanci ozařovače, neboť důležité je jen šumové číslo celého zařízení.

Nejprve je však nutné nastavení obvodů vlastního konvertoru. Jsou-li k dispozici vhodné měřicí přístroje, naladí se sací obvod oscilátoru na minimální výkon na vstupu. Nemáme-li potřebné měřiče, ponecháme sací obvod tak jak je, neboť je již po vyleptání nastaven do blízkosti kmitočtu oscilátoru. Pak je použit šumový generátor ve výše popsané sestavě a hledáme optimální polohu ladicích pahýlů (měděná fólie 2 × 3 mm), posouvaných tenkou tyčkou z izolačního materiálu podél a napříč páskových vedení. Připájeny jsou pak v polohách největšího směšovacího zesílení. Toto nastavení může zapříčinit posuv kmitočtu oscilátoru o několik desítek MHz, jakož i nepatrné zvětšení napětí na směšovači (měřicí bod MB). Obě tyto změny však nemají vliv na výkonnost vnější jednotky.

Nyní zapojíme mezi ozařovač a vlastní konvertor modul nízkošumového předzesilovače. Odpor předpěťových rezistorů změníme tak (R1, R2 v obr. 3), aby byly nastaveny proudy 15 mA. Bez jakéhokoli dalšího ladění je na základě parametrů S použitých tranzistorů možno očekávat zesílení 12 až 14 dB. Nejprve se nastaví vazba mezi oběma stupni na největší zesílení, pak se výstupní vazba optimalizuje na maximální zesílení a nakonec se zjistí délka a poloha ladicích pahýlů na vstupním vedení (rovněž na největší zesílení). Vstupní ladicí pahýly však nejsou pevně připájeny, neboť je ve skutečnosti potřebné šumové přizpůsobení. Toho lze nejjednodušeji dosáhnout tím, že ponecháme pahýly v nalezených polohách, avšak zkrátíme je natolik, až se zesílení zmenší o 1 až 2 dB. Stejného vlivu pahýlů je možno dosáhnout ohnutím volných konců směrem nahoru.

Časovač pozitivního procesu v barevné fotografii

Josef Gabrhelík

Každý, kdo se zabývá barevnou fotografií, poznal jak je obtížné sledovat čas pro jednotlivé operace pozitivního procesu za nepatrného osvětlení fotokomory. Číslicové hodiny se světelným displejem jsou sice přesné i dobře viditelné, ale neustálé sledování a počítání uběhnutého času je značně nevýhodné. Proto jsem vyvinul tento elektronický přístroj, který se plně osvědčil.

Vlastnosti přístroje

Přístroj slouží k odměřování příslušné operace pozitivního procesu. Čas je indikován svícením diody LED nad příslušným nápisem operace. Po uběhnutí času dioda zhasne, zazní zvukový signál a rozsvítí se dioda nad nápisem další operace atd. Přesnost časování je asi 1 až 3 % (závisí na použitých součástkách).

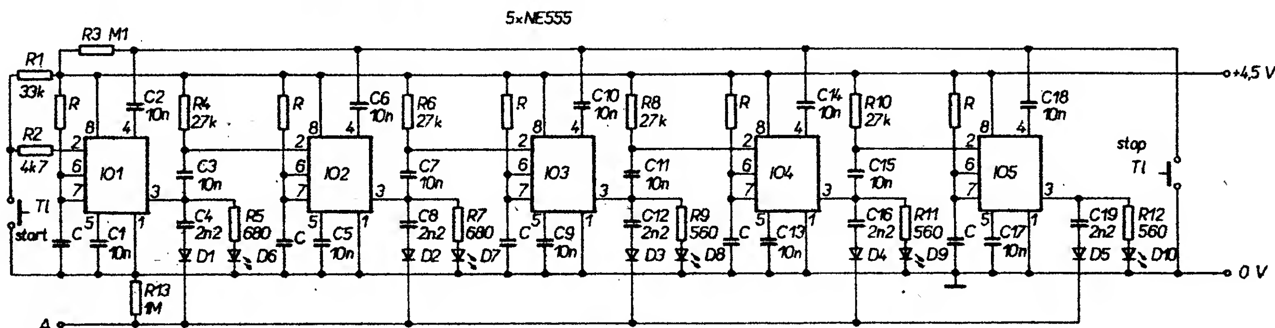
Přístroj je napájen z ploché baterie (4,5 V), odběr je 14 až 18 mA. Podle předpisu zpracování barevných papírů FOMA PM 30 jsou doby operací v nové soupravě SM 20 T při 25 °C tyto: Vyvolávání – 5', (50 µF; 6 MΩ); praní – 20", (10 µF; 1,2 MΩ); přerušení – 3', (50 µF; 3 MΩ); praní – 2', (50 µF; 2,5 MΩ); bělení a ustálení – 4', (50 µF; 4,5 MΩ).

V závorkách jsou uvedeny kondenzátory a rezistory označené ve schématu jako C a R bez indexu. Časovač jsem navrhl pro pět uvedených operací. Konečné praní je závislé na teplotě vypírací vody a jeho doba se podle toho mění.

Popis zapojení

Časovač využívá dobrých vlastností časovačů 555 zapojených jako sekvenční časovač (obr. 1). Délka časového úseku závisí na velikosti kondenzátoru C a rezistoru R napojených na vývody *6* a *7* IO. Použití tantalových kondenzátorů a rezistorů s kovovou odporovou vrstvou má příznivý vliv na stabilitu a přesnost časování. Křemíkové diody D1 až D5 oddělují jednotlivé stupně při spouštění klopného obvodu s T1 a T2 pro generátor zvukového signálu s T3 a T4 (obr. 2). Klopný obvod se spouští sestupnou hranou signálu z výstupu *3* IO. Současně se impuls převádí na vstup *2* následujícího IO přes kondenzátor 10 nF. Trvání zvukového signálu závisí na rezistoru R17 a kondenzátoru C21. S hodnotami uvedenými v zapojení trvá signál asi 3 s. Jako akustický měnič je použito sluchátko.

Tlačítkem „STOP" můžeme uvést všechny IO do klidového stavu a také kdykoliv přerušit časování. Tlačítkem „START" zapínáme časování první operace. Po jeho stisknutí se rozsvítí první LED nad nápisem „VYVÍJENÍ". Po uplynutí nastaveného času (5') zhasne první LED, zazní zvukový signál a rozsvítí se další LED (PRANÍ) atd.



Obr. 1. Zapojení sekvenčních obvodů

Tranzistory typu CFY18 jsou výrobcem tříděny podle šumu, což je vyjádřeno číslem za typovým označením (CFY18–23 má šumové číslo 2,3 dB na kmitočtu 12 GHz). Vezmou-li se v úvahu vlivy následujících stupňů, je celkové šumové číslo 3 dB teoretickým minimem. Různé ztráty mezi ozařovačem a prvním tranzistorem je zvětšují na 4 dB ve středu pásma a o několik dB více na okrajích. Tento odhad byl potvrzen měřením šumového odstupu družicových signálů, přičemž byl vzat v úvahu skutečně vyzářený výkon, prostorový útlum a zisk přijímací antény.

Naladěný předzesilovač má jistou selektivitu, což je výhodné, neboť je tím zmenšen podíl šumu, pocházející z pásma zrcadlových kmitočtů. Na druhé straně však může být později nutné naladění opravit, aby bylo možné obsáhnout celé přijímané pásmo od 10,95 do 11,7 GHz.

Vynikající potlačení zrcadlových kmitočtů umožňuje vlnovodný ozařovač, pokud není vlastní vlnovod příliš krátký. Osvědčená délka je 70 až 80 mm přičemž délka vlnovodného ozařovače není kritická.

Možnosti úprav

Ačkoliv byl popisovaný konvertor konstruován pro pásmo 10,95 až 11,7 GHz, je možno jej naladit na kterékoli jiné pásmo družicové televize. Mezifrekvenční pásmo naproti tomu lze jen obtížně změnit, neboť pásmo od 0,85 do 1,6 GHz představuje nejlepší kompromis z hlediska dosažitelných tranzistorů, levného kabelu a konektorů a odpovídá vstupním kmitočtům standardních průmyslově vyráběných vnitřních jednotek.

Při změně pásma vstupních kmitočtů se nejprve nastaví kmitočet oscilátoru změnou délky pahýlu hradla. Pahýly elektrody D se nesmí zkrátit více než o 1 mm, neboť jinak nastává nebezpečí parazitních kmitů v oblasti 8 až 9 GHz. Pak je zapotřebí naladit sací obvod oscilátoru, jakož i kmitočtovou zádrž vstupu a nakonec po nalezení nových poloh ladicích pahýlů je nutno upravit i krátký kompenzační pahýl.

Nízkošumový předzesilovač lze naladit již popsaným postupem, přičemž polohy ladicích pahýlů budou zřetelně odlišné od obr. 3. Jeden z prototypů byl naladěn do pásma 12,5 až 12,75 GHz pro příjem francouzské družice Telecom 1A a 1C. Zesílení vzhledem k vyšším použitým kmitočtům sice pokleslo, jinak se však nevyskytly žádné potíže. Pro skutečný příjem však musel být použit ozařovač jiných rozměrů, uzpůsobený pro nové pásmo.

Tranzistory, vhodné pro použití v popisované vnější jednotce s hradly 0,5 a 1 µm a podobnými parametry nabízí řada výrobců a ačkoli nebyly autorem vyzkoušeny, dá se předpokládat, že by se při náhradě neměly vyskytnout potíže. Keramická pouzdra mají lepší poměr ceny k dosažitelnému výkonu než pouzdra plastická, která jsou navíc citlivá na špatné zacházení a vysoké teploty při pájení

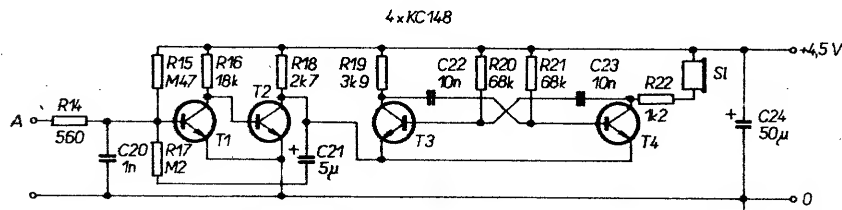
Literatura

[1] *Matjaž Vidmar*, YU3UMV: Empfangsanlage für TV-Satelliten. Teil 1: Rauscharmer 11-GHz-Konverter. UKW-Berichte 1986/3 s. 130 až 149.

[2] *Ing. Jan Klabal:* Ozařovač paraboly pro 11 GHz. AR A 88/5, s. 191.

[3] Ozařovač paraboly a polarizátor. AR A 88/11 s. 414 až 415.

[4] Ozařovače paraboly pro 2,3 a 12 GHz. RZ 6, RZ 7-9/89.



Obr. 2. Zapojení klopného obvodu a generátoru zvuku

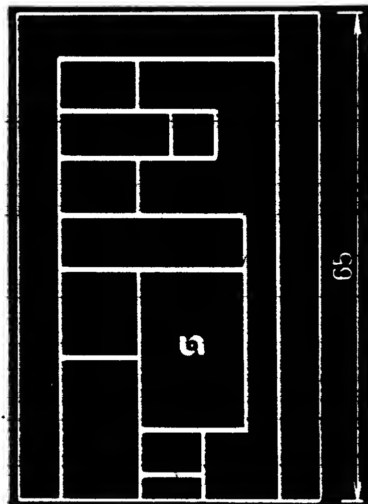
Zapojení umožňuje „odstartovat" i další cyklus ještě před ukončením běžícího cyklu. Sledování obou procesů je ovšem dosti obtížné.

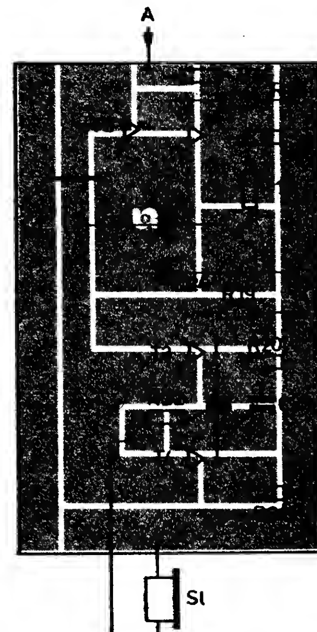
Oživení přístroje

Pokud neuděláme při zapojení chybu a při použití dobrých součástek, bude činnost přístroje správná. Musíme však nastavit velikost odporu rezistorů R, majících vliv na dobu časování. Kapacity elektrolytických a tantalových kondenzátorů se liší od jmenovitých hodnot. Proto použijeme místo rezistorů R trimr a po odzkoušení požadovaného času jej vyměníme za pevný rezistor, případně složený z více kusů. Uvedené odpory jsou tedy platné jen přibližně. Při prvním zapnutí přístroje je nutné nechat proběhnout jeden celý cyklus. Zformují se tím kondenzátory C a přístroj se tepelně ustálí. To je žádoucí vždy, když nebudeme přístroj delší dobu používat, hlavně však při prvním cejchování přístroje.

Mechanická konstrukce

Zapojení je realizováno na čtyřech deskách. Na základní desce jsou upevněny desky sekvenčních obvodů a generátoru zvuku a zároveň slouží deska jako držák ploché baterie a dno přístroje. Deska sekvenčních obvodů (obr. 3) obsahuje IO1 až IO5 s pomocnými vstupními a výstupními obvody. Monostabilní klopný obvod a generátor zvukového signálu jsou na druhé desce (obr. 4). Deska displeje obsahuje dvě tlačítka, pět LED a příslušné nápisy. Deska displeje je upevněna šikmo v přední části skříňky. Přístroj nemá vypínač napájení. Baterie vydrží asi 90 až 120 provozních hodin, při občasném provozu. Pro trvalý provoz by bylo vhodnější napájet přístroj ze stabilizo-

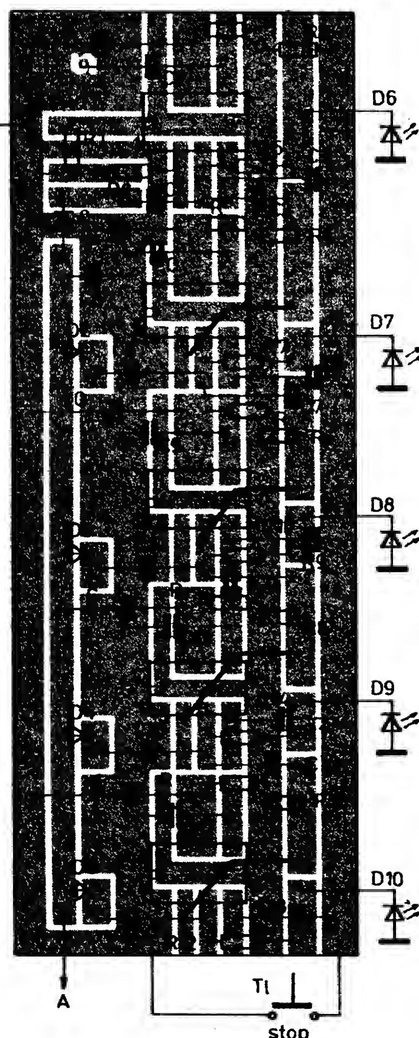




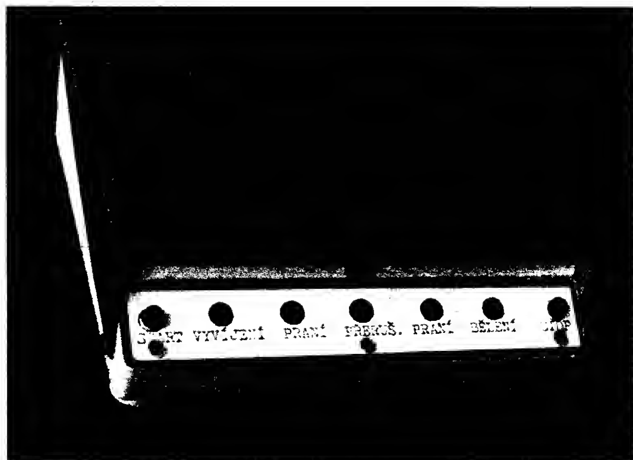
Obr. 4. Deska s plošnými spoji klopného obvodu a generátoru zvuku X72

Seznam součástek

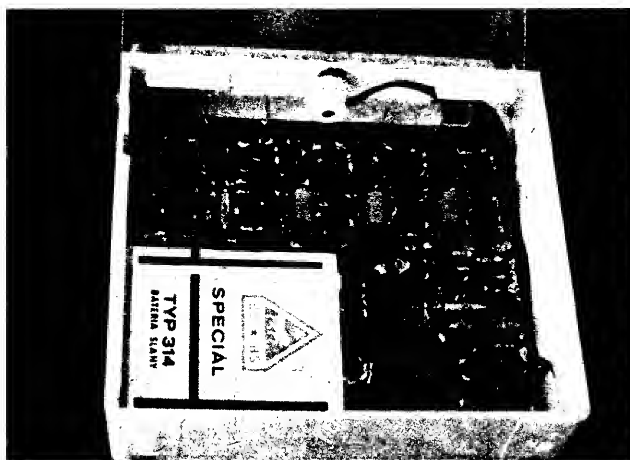
Rezistory (TR 151)	
R1	33 kΩ
R2	4,7 kΩ
R3	100 kΩ
R4, R6, R8, R10	27 kΩ
R5, R7	680 Ω
R9, R11, R12, R14	560 Ω
R13	1 MΩ
R15	470 kΩ
R16	18 kΩ
R17	200 kΩ
R18	2,7 kΩ
R19	3,9 kΩ
R20, R21	68 kΩ
R22	1,2 kΩ
R viz text	
Kondenzátory	
C1, C2, C3, C5, C6, C7, C9, C10, C11, C13, C14, C15, C17, C18, C22, C23	10 nF, TK 764
C4, C8, C12, C15, C19	2,2 nF, TK 764
C20	1 nF, TK 764
C21	5 μF, TE 984
C24	50 μF, TE 984
C viz text	
Polovodičové součástky	
IO1 až IO5	NE555
T1 až T4	KC148
D1 až D5	KA261
D6, D8	červená LED
D7, D9	zelená LED
D10	žlutá LED



Obr. 3. Deska s plošnými spoji sekvenčních obvodů X71 (diody D6 až D10 jsou nakresleny obráceně)



Obr. 5. Celkový pohled



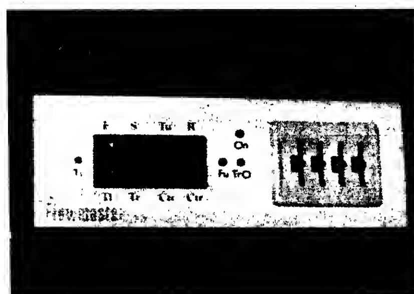
Obr. 6. Vnitřní uspořádání časovače

vaného síťového zdroje např. s obvodem 7805.

Desky s plošnými spoji jsou jednostranné. Součásti jsou pájeny přímo na stranu spojů! Celý přístroj je umístěn v upravené spodní části pouzdra na toaletní papír. Nožky jsou ze zkrácených uzávěrů tub zubní pasty. Vrchní kryt je plechový a je odklopný. Tlačítka jsou zhotovena z pružných pásků mosazného plechu. Sluchátko má odstraněno nástavec k vložení do ucha a vyústění sluchátka je vlepeno do příruby zhotovené z mosazné trubičky a podložky. Příruba je umístěna v přední stěně pouzdra. Celkový vzhled a vnitřní uspořádání je na obr. 5, 6.

FLOWMASTER

Lubomír Matyšťák, OK2BTO, Břetislav Bortlík



Poznámka autorů: Uvedená konstrukce palubního mikropočítače byla ověřena ve vozidle startujícím v automobilových soutěžích, ale vzhledem k tomu, že přístroj nebyl předložen státní zkušebně ke schválení, nelze ho provozovat v automobilech podléhajících příslušným vyhláškám o silničním provozu.

Popisovaný přístroj vznikl před třemi lety jako tzv. tripmaster, zajišťující většinu funkcí obdobného profesionálního zařízení. Později byl obvodově i programově rozšířen tak, aby umožňoval i měření spotřeby, takže poskytuje řidiči průběžně informace o těchto veličinách:

– ujetá vzdálenost do 199,99 km po desítkách metrů s korekcí převodových poměrů (zadáním poloměru nasazené pneumatiky v milimetrech) a možností nulování stavu vnitřního počítadla dráhy,
– rychlost vozidla, max. 230 km/h při rozlišení 1 km/h,
– otáčky motoru do 9960 ot/min s komparací s přednastavenou hodnotou, akustickou signalizací a přímou vazbou na obvody zapalování motoru, bránící jeho přetočení,
– čas ve formě stopek do 99 min 59 s s možností zastavení, nulování a nového spuštění měření,
– okamžitá spotřeba vozidla v decilitrech při rychlostech do 25,5 km/h a měrná spotřeba na 100 km při rychlostech větších,
– měření celkové spotřeby od zapnutí přístroje.

Popis zapojení

Vzhledem k původnímu požadavku měřit rychlost otáčení motoru do 10 000 ot/min a předpokladu rozšíření přístroje o snímač spotřeby, jehož parametry (rozsah kmitočtu výstupních impulsů) ani samotný průtokoměr ještě nebyly v době vzniku přístroje k dispozici, byl návrh obvodového zapojení veden snahou předejít pozdějším možným časovým kolizím software řadiče použitím obvodu časovače/čítače typu 8253. Při časově méně náročných požadavcích na měření lze hardware řešit jednodušeji, např. periodickým vzorkováním signálů ze snímačů.

Jednočipový mikropočítač MHB8035, který v cyklech 20 ms řídí celý přístroj, vyžaduje ke své funkci další dva obvody tohoto mikroprocesorového systému – mezipaměť IO3 (např. typu K561IR6) k zachycení nižší slabiky adresy z datové sběrnice a paměť programu, EPROM MHB2716 (IO4).

Pro nedostatečný počet portových linek samotného mikropočítače je v zapojení použit multiplexer (IO12) pro čtení stavu 4 kotoučových přepínačů BCD určených k zadávání poloměru pneumatik a maximální rychlosti otáčení motoru, expander MHB8243 (IO5), který řídí 4místný displej z tekutých krystalů, ovládá dva ze tří čítačů obvodu IO7 (ekviv. 8253) měřícího rychlost otáčení motoru (čítač 2, IO15, IO13) a ujetou vzdálenost (čítač 1, IO15, IO14) a konečně též řídí oscilátor zvukového signálu, relé (Re1) a tři indikační svítivé diody. Ty indikují start stopek (D1), zobrazování celkové spotřeby (D2) a první překročení 99,99 km ujeté vzdálenosti (D3). Pro další úsporu portových linek byl použit i multiplexer IO2, zabezpečující čtení klávesnice palubního mikropočítače. Funkce jednotlivých tlačítek jsou tyto:

Tl0 . . . spuštění/zastavení stopek,
Tl1 . . . nulování ujeté vzdálenosti,
Tl2 . . . zobrazení času,
Tl3 . . . zobrazení ujeté vzdálenosti,
Tl4 . . . zobrazení otáček motoru,
Tl5 . . . uložení nového poloměru pneumatiky,
Tl6 . . . zobrazení spotřeby,
Tl7 . . . zobrazení rychlosti,

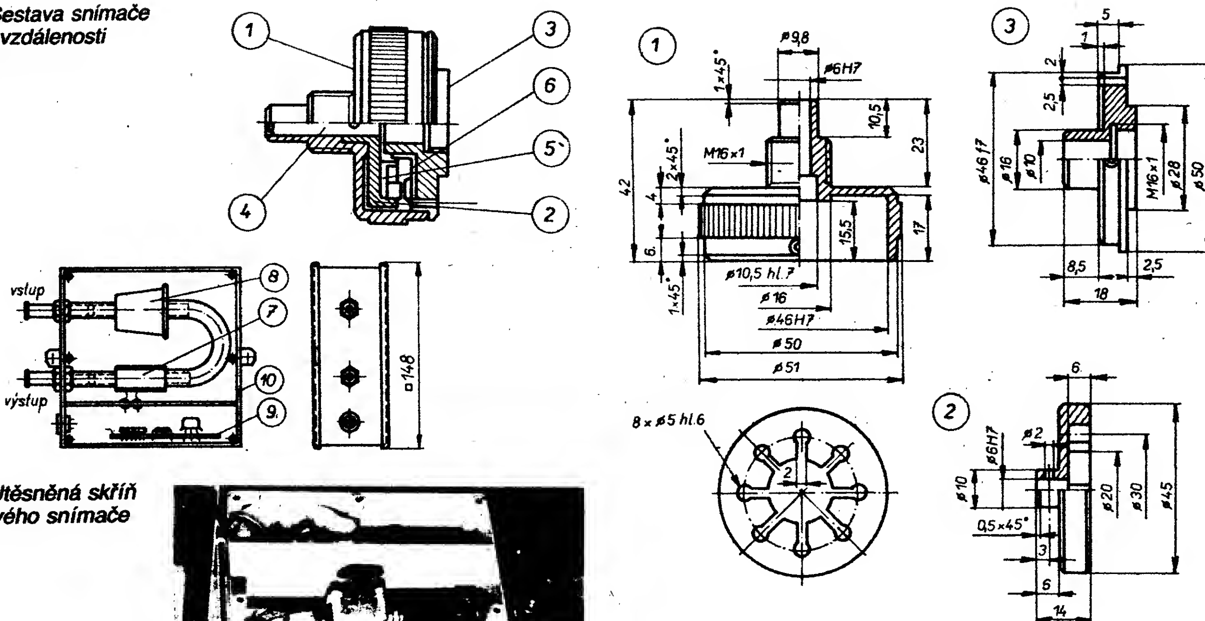
Zobrazovač z tekutých krystalů je řízen čtyřmi sérioparalelními registry CMOS, IO8 až IO11, které načítají každých 20 ms v 8 taktech stavy jednotlivých segmentů, u nichž byla nejprve softwarově provedena logická funkce „exclusive-OR" se stavem elektrody pozadí. Bližší vysvětlení k programovému ovládání displeje je uvedeno v [1]. Pro větší rozměry číslic a tím i lepší čitelnost údajů je použit 5místný displej 5DR801B, jehož levá krajní pozice není využita.

Ve zdrojové části je pro napájení logických obvodů použit monolitický stabilizátor IO17 s ochrannými diodami ZD2, ZD3. Důvody k tomuto ošetření napájecí větve, obsažené v [2], jsou zhruba tyto:

– samostatný akumulátor vozidla je „čistým" zdrojem napětí pouze do okamžiku nastartování motoru,
– rychlé změny zátěže alternátoru při dobíjení mohou vyvolat v napájecí síti impulsy o amplitudě 20 až 30 V s dobou trvání několika mikrosekund,
– při vypnutí zapalování se na napájecím vodiči může objevit záporný impuls o amplitudě –40 až –100 V a šířce řádu 100 mikrosekund,
– pouhou vazbou mezi nestíněnými vodiči ve svazku kabeláže se v nechráněných obvodech indukují špičky s amplitudou 100 až 200 V.

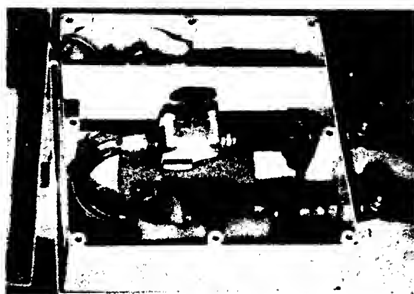
Popis programového vybavení

Vnitřní časovač jednočipového mikropočítače (IO1) generuje každých 20 ms přerušení, aktivující měřicí cyklus a definující rovněž okamžik obsluhy displeje LCD a klávesnice přístroje.



Obr. 1. Sestava snímače ujeté vzdálenosti

Obr. 2. Utěsněná skříň průtokového snímače



Po resetu nejprve proběhne test vnitřních registrů IO1 a displeje (v krátkých intervalech se postupně po čtveřicích zobrazí všechny číslice), nastaví se návěští „Pneu" a poloměr nejčastěji používané pneumatiky, který je jako konstanta uložen v paměti programu. Pokud byla nasazena jiná pneumatika, je nutno její poloměr v milimetrech zadat po ukončení testu. Vnitřní diagnostika je ukončena po zobrazení návěští „test" „Good" nebo v případě závady některého registru, je-li mikropočítač do té míry schopen funkce, se objeví návěští „ErAm" a chod programu se zablokuje. Případné další spuštění je možné vypnutím a zapnutím napájení. Přístroj se automaticky nastaví do režimu:

- start stopek,
- start měření vzdálenosti, rychlosti otáčení motoru, rychlosti a spotřeby,
- zobrazuje na displeji rychlost vozidla.

Po stisknutí libovolné klávesy je vždy na krátkou dobu na displeji vysláno návěští zvoleného parametru a to ve formě reprodukovatelné 7segmentovým zobrazovačem: Spd (rychlost), Flow (průtok), FUEL (suma spotřeby); turn (otáčky motoru), triP (ujetá vzdálenost) a time (stopky).
Poté přístroj začíná zobrazovat zvolenou veličinu.

1. Ujetá vzdálenost

Pro zjištění tohoto údaje, důležitého též pro výpočet rychlosti a měrné spotřeby, je aplikován klasický způsob: snímače otáček na náhonu tachometru. Čidlo je vybaveno 8 magnety a Hallovou sondou, která vysílá do řídicí jednotky 4 impulsy na 1 otáčku bowdenu.

Při výpočtu jsou použity dvě konstanty uložené v paměti programu. První, obsažená ve 2 bytech od adresy 30Ah, je vlastně „dynamickým" poloměrem nejčastěji používané pneumatiky v milimetrech (měřeno v místě dotyku s vozovkou). Číslo je uloženo ve formátu BCD, méně významný byte jako první. Tuto veličinu vstupující do výpočtu lze v libovolném okamžiku změnit nastavením nového poloměru na třech pozicích bloku kotoučových přepínačů, přičemž vstupní data jsou kontrolována na rozsah 200 až 399 mm.

Při stisknutí tlačítka „Radius" se pak při správně navoleném poloměru objeví údaj poloměru na displeji se znakem „C" v levé krajní pozici. V opačném případě je indikována chyba znakem „E" a data jsou ignorována. Druhou konstantou je 2bytové binární vyjádření teoretické hodnoty (adresa 30Ch), při níž by jedna otáčka bowdenu tachometru představovala právě 1 metr. Tento parametr je nutno experimentálně zjistit projetím přesně změřeného úseku tratě a spolu s nejčastěji používaným poloměrem pneumatiky uložit do paměti programu, abychom vždy po zapnutí přístroje nemuseli výpočet korigovat vkládáním dat tlačítkem „Radius". Platí vztah:

$$V = (N * R/R_{konst}) * 10,$$

kde V je ujetá vzdálenost v desítkách metrů,
N počet otáček bowdenu tachometru,
R poloměr nasazené pneumatiky,
R_{konst} teoretický poloměr pneumatiky (konstanta).

Impulsy ze snímače jsou načítány do 16bitového čítače 1 IO7 přes jednoduchý součtový člen, přes nějž se portovou linkou expanderu (IO5), P60, po programovém nastavení registru čítače, vnucuje tzv. nultý impuls, korigující neaktuální čtení stavu registrů čítače ihned po jejich nastavení. Vstupní signály jsou předzpracovány monostabilními klopnými obvody, které jsou navíc nulovány při nastavování čítačů.

Svítivá dioda D3 je aktivována při prvním překročení hodnoty 99,99 km a svítí pak trvale až do stisknutí tlačítka nulování ujeté dráhy. Jednoznačně lze tedy s touto přesností měřit do 199,99 km bez nebezpečí ztráty přehledu o stovkách kilometrů.

2. Rychlost vozidla

je pro vnitřní výpočet aktualizována každou sekundu odvozením od rozdílu ujeté vzdálenosti stávajícího a předešlého měření. Je uváděna v jednotkách kilometrů za hodinu.

3. Rychlost otáčení motoru

Oproti metodě měření periody impulsů přicházejících z přerušovače byl použit jednoduchý způsob měření jejich kmitočtu po dobu 0,5 sekundy, z čehož vyplývá též rozlišovací schopnost +/– 1 bit = +/– 60 ot/min. Přesnost by bylo možno zdvojnásobit prodloužením doby měření na 1 sekundu, avšak hlavním záměrem bylo zachytit i prudké zvětšení rychlosti otáčení motoru a včasné sepnutí relé Re1, které svými kontakty ovládá externí relé umístěné v motorovém prostoru, jež při přetočení motoru vřadí do série s přívodem napájení zapalovací cívky rezistor. Rychlost otáčení motoru pak již nelze dále zvětšovat a je nutné ubrat plyn, aby chod motoru byl, po zkratování rezistoru kontaktem relé, opět pravidelný.

4. Stopky

Prvním stisknutím tlačítka Start/Stop se uvede v činnost měření času, který je inkrementován po sekundách, druhým stisknutím se chod stopek zastaví a konečný čas zůstává zobrazen na displeji.

Následným stisknutím se stopky vynulují a začínají měřit znovu. Podobně je tomu i při dosažení stavu 99 min 60s, kdy čítač přeteče a začíná nové měření od nuly.

5. Měření spotřeby

Impulsy přicházející z průtokoměru nastavují klopný obvod D, IO16, jehož výstup aktivuje vnější přerušení. Jeho subrutina sčítá 20 ms přerušení a testuje ukončení měřicího cyklu. Ten trvá přibližně 4 sekundy (v závislosti na periodě měřeného signálu. Nepřijde-li po dobu 5 sekund žádný impuls, je, mimo jiné, zobrazeno návěští o nedostatečných otáčkách snímače („UFL"). Jelikož použitý snímač není dostatečně citlivý v oblasti průtoku paliva odpovídajícího volnoběžným otáčkám motoru (jeho rozsah je 1,5 l/h a více),je počet načtených impulsů porovnáván s minimální (konstanta 06 na adrese 05D7h) a maximální (OC8h na adrese 5DFh) hodnotou a podle výsledku buď zobrazena platná data nebo návěští „UFL", popř. „OFL" při překročení max. reálného průtoku paliva.

Naměřený počet impulsů za 4 sekundy je překládán tabulkou o 200 položkách, která začíná na adrese 700h, a v ní uložené jednotlivé slabiky představují binární vyjádření okamžité spotřeby v dcl/h. Je-li rychlost vozidla větší než 25,5 km/h, jsou takto získaná data navíc přepočítávána na měrnou spotřebu v l/100 km, vztaženou k okamžité

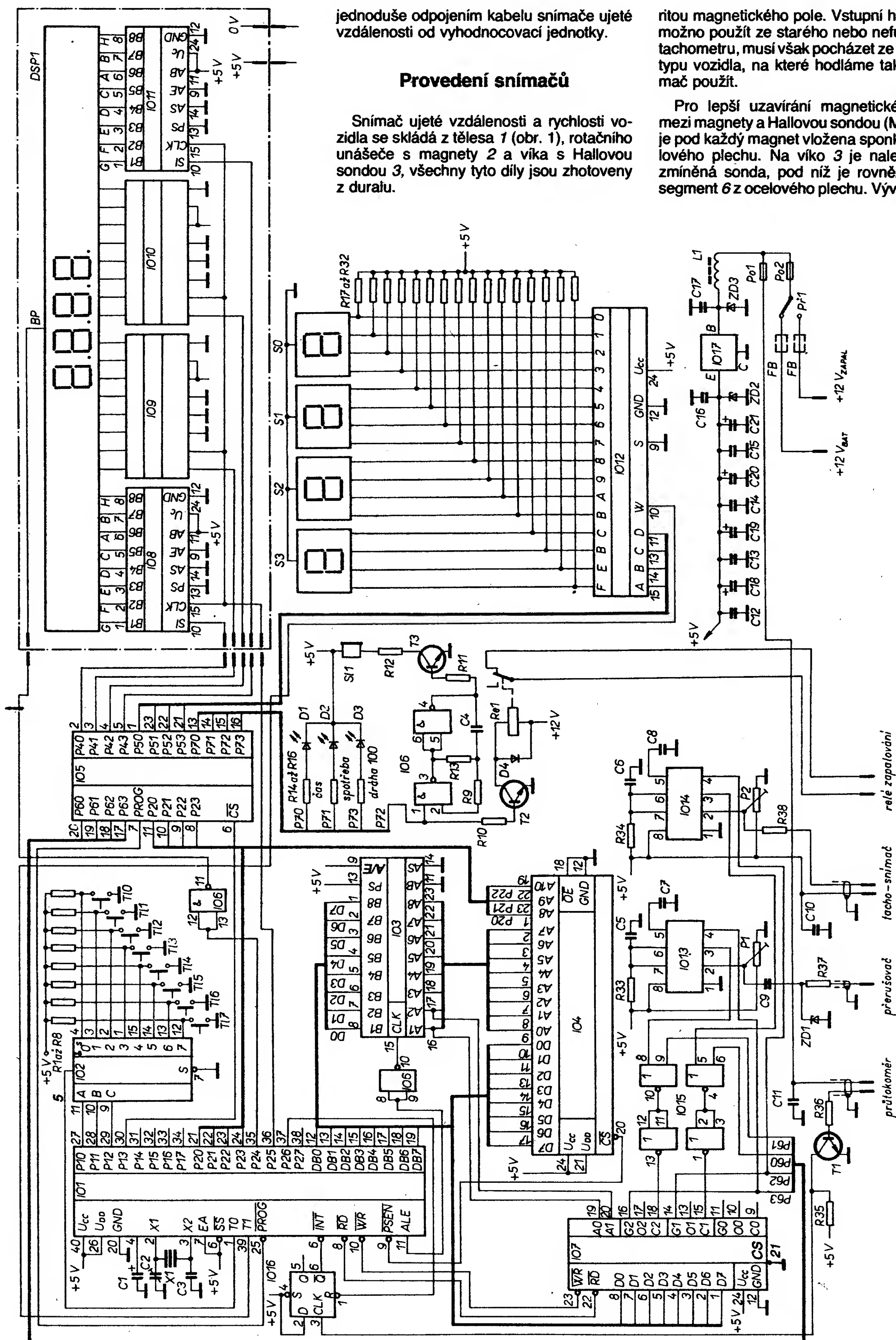
rychlosti. Při měření okamžité spotřeby je pro odlišení v levém horním rohu displeje zobrazen znak „o“. Tento stav lze např. pro účely cejchování tabulky průtoku navodit jednoduše odpojením kabelu snímače ujeté vzdálenosti od vyhodnocovací jednotky.

Provedení snímačů

Snímač ujeté vzdálenosti a rychlosti vozidla se skládá z tělesa *1* (obr. 1), rotačního unášeče s magnety *2* a víka s Hallovou sondou *3*, všechny tyto díly jsou zhotoveny z duralu.

Do rotačního unášeče je nalisován hřídel *4* a zajištěn kolíkem, z druhé strany jsou do vyvrtaných osmi děr vlepeny trvalé magnety o průměru 5 mm střídavě s obrácenou polaritou magnetického pole. Vstupní hřídel *4* je možno použít ze starého nebo nefunkčního tachometru, musí však pocházet ze stejného typu vozidla, na které hodláme takový snímač použít.

Pro lepší uzavírání magnetického pole mezi magnety a Hallovou sondou (MH3SS2) je pod každý magnet vložena sponka *5* z ocelového plechu. Na víko *3* je nalepena již zmíněná sonda, pod níž je rovněž vložen segment *6* z ocelového plechu. Vývody sondy, na nichž jsou připájeny jednotlivé vodiče propojovacího stíněného kabelu, jsou vedeny přes vyfrézovaný otvor ve víku *3*, v němž jsou zality epoxidovým lepidlem.



Obr. 3. Schéma zapojení (D1 až D3 mají být zapojeny obráceně)

Víko *2* s tělesem *1* je sešroubováno třemi šroubky M2. Při výrobě je třeba dodržet souosost díry pro hřídel *4* a připojovacího závitu ve víku *3*. Při vlastní montáži je třeba dbát na správné usazení náhonu tachometru, aby v důsledku uložení snímače neměl náhon ohyb o malém poloměru.

Spotřeba paliva se měří průtokovým snímačem *7* s předřazeným filtrem *8*, jehož impulsy alternativně zpracovává elektronická část zhotovená na desce s plošnými spoji *9*. Tyto díly jsou umístěny v utěsněné skříni *10*. Vzájemně je oddělena a utěsněna část elektroniky od části přicházející do styku s palivem (vývody snímače jsou vedeny skleněnými průchodkami).

Výstup elektronické části *9* je vyveden pětikolíkovým přístrojovým konektorem a stíněným kabelem do vyhodnocovací jednotky umístěné pod přístrojovou deskou. Měřicí skříň *10* je opatřena přívodem a vývodem paliva, na které se nasadí propojovací hadice. Při montáži je nutno rozpojit benzínové potrubí a vřadit měřicí skříň *10*.

Pro nedostupnost vhodnějšího průtokoměru byl použit indukční typ IG 52.01 před časem nabízený firmou Conrad (39,– DM), určený pro průtoky od 1,5 do 200 litrů. Bylo nutno jej doplnit předzesilovačem (MAA741) a komparátorem (s nastavenou hysterezí asi 0,8 V – MAB311), aby výstupní sinusový signál, jehož amplituda se při malých rychlostech otáčení turbínky značně zmenšuje, byl dostatečně zesílen a vytvarován. Celá přídavná elektronika *9* (obr. 2) je umístěna co nejblíže k snímači *7*, avšak odděleně, ve zvláštním prostoru skříně *10* a tak i dostatečně odstíněna. Problémy s měnící se napěťovou úrovní a rušením by vyřešilo nasazení optoelektronického snímače (typ IG 62.01 nebo citlivější).

Mikropočítač je realizován na speciální desce s plošnými již vyleptanými spoji základní sestavy 8035 (IO1, IO3, IO4) a pokusného pole desky BDK1 systému SAPI-1, kde je vodiči propojen zbytek hardware. Deska je spolu s klávesnicí, svítivými diodami, kotoučovými vodiči a konektory umístěna v plechové skříňce a ta je umístěna pod palubní deskou. Jednotka posuvných registrů a displeje, která je k mikropočítači připojena 7žilovým stíněným kabelem délky asi 1 m, je umístěna v zorném poli řidiče nebo spolujezdce a uvnitř vybavena osvětlením zobrazovače pro jízdu v noci.

Rovněž všechny snímače a napájecí přívody jsou připojeny k jednotce stíněnými kabely.

Závěr

Oživení přístroje v nejjednodušším případě spočívá v nastavení úrovně spouštění IO3, IO4 trimry P1, P2 a přesnosti chodu vnitřních hodin trimrem C2 čítačem. Při složitějších závadách v zapojení je nutno použít alespoň jednoduchý přípravek pro krokování MHB8035, vybavený displejem pro sledování stavu datové sběrnice v režimu „single-step“ nebo lépe obvodový emulátor, např. TEMS 49 (nebo podle [4]).

Obvod IO3, K561IR6, s jehož získáním mohou být obtíže, lze nahradit např. MH3212, MHB8282, (ošetření signálu ALE) a podobně místo IO8 až 11 by měly vyhovět MHB4015.

Přístroj byl ocejchován podle profesionálního zařízení, vřazeného do série s popisovaným průtokoměrem. Oběh paliva byl řízen elektrickým čerpadlem.

Charakteristika průtokoměru byla získána regresní analýzou a uložena do tabulky v paměti mikropočítače.

Při provozu nebyl zaregistrován vliv rušení z obvodů zapalování na funkci přístroje a ani zimní starty s 5 let starým akumulátorem nevyvolaly např. reset nebo jinou změnu chodu trvale zapnutého mikropočítače (přepínač napájení v poloze 12 V – bat).

Výpis obsahu paměti programu přístroje ve formátu INTEL-HEX o délce 2 kB je na obr. 3.

Literatura

[1] *Matyšťák, L.:* MHB8035 a zobrazovač z tekutých krystalů. Sdělovací technika 11/1987.

[2] Intel MCS-8051: Application Note 125. Designing Microcontroller Noisy Environmenets. Microcontroller Handbook, Intel Corp., Santa Clara.

[3] *Matyšťák, L.:* Palubní mikropočítač pro automobily. Sborník přednášek konference Elmeko 1988.

[4] *Horton, E. P.:* Build a low-cost 8048-family emulator. END, květen 1985, s. 179.

Seznam součástek

Polovodičové součástky

IO1	MHB8035
IO2	MH74151
IO3	K561IR6 (CD4043)
IO4	MH2716
IO5	MHB8243
IO6	MH4011
IO7	KR580VI53/I8253
IO8, 9, 10, 11	K561IR6
IO12	MH74150
IO13, 14	BE555
IO15	UCY7402
IO16	MH7474
IO17	MA7805
T1	KC507
T2	BS434
ZD1	KZ260/5V6
ZD2	KZ260/6V2
ZD3	KZ260/18
D1 až D3	LQ1512 (1212, 1812)
DSP1	5DR801B

Různé

S0 až S3	TS 211 0301 ED
Tl0 až Tl7	TS 521 10001 (zkráceno)
Po1	pojistka 100 mA
Po2	pojistka 630 mA
Sl1	sluchátko 50 Ω
Re1	miniaturní relé 12 V
X1	krystal 5 MHz
L1	10 závitů drátu o ∅ 0,8 mm na ferit. jádře
FB	feritová perlička

Rezistory (TR 151)

R1 až 8	6,8 kΩ
R9	0,47 MΩ
R10, 11	3,3 kΩ
R12	680 Ω
R13	0,22 MΩ
R14, 15, 16	1 kΩ
R17 až 32	6,8 kΩ
R33, 34	36 kΩ
R35	6,8 kΩ
R36	3,3 kΩ
R37	5,6 kΩ
R38	1 kΩ
P1, P2	TP 095, 68 kΩ

Kondenzátory

C1	TE 135, 1 µF
C2	25 pF, trimr
C3	TK 754, 18 pF
C4	TK 724, 1,5 nF
C5, 6	TC 206, 68 nF
C7, 8	TK 744, 15 nF
C9	TC 276, 1,5 nF
C10 až 17	TK 782, 0,15 µF
C18 až 20	TE 132, 22 µF
C21	TE 984, 1 mF

Obsah EPROM (INTEL-HEX) :


```
--------------------------
:10000000C5040BD5A8E4DA2426040989F099F08AFE
:10001000F09ABF8A40230B3F23003E2355858B0218
:10002000B93EA0F037762B03AA042D0355537C6320C
:1000300004B1B000763A23AA043C235518E922768D
:1000400043044723AA041DB827B00A233062558CD5
:100050000008E0AB821FCE3A018A018A018A0882779
:10006000D4A4B00A1CEE53B912341AB827B014D471
:10007000A4230AE3B828A0230BE318A014BEB827D2
:10008000B028D4A4B91734 1AB827B014D4A4B91B13
:10009000341AB827B014D4A4B82AB019B832B0FFB3
:1000A000881FB004B44AB456B46BA5F4CA2505040D
:1000B0009B90E341A55B827B014D4A404B6B92817
:1000C000B826A0C8F1A03403B8242316E3A0B822B0
:1000D000F04380A083BA0BB924BB04F19712E2FD73
:1000E00004E4A7FDF7ADF177A1C9EBDBF0D13C9AA4
:1000F000DF8A20EAD7F1C6FC9AEF04FE8A1037A106
:100100008300008824B920BA021819F0530FE3A1F4
:1001100019F053F047E3A1EA0983B821BA04F9E3DF
:10012000A01819EA1E83B80AE82842033062B4BE58
:10013000B488B82AF007963CB01924E9A0B827F093
:100140009644244A07A014D54472B82BF092542345
:1001500028F245723D09FF0126C329252A27266C6
:100160009268826A2446646564E16482B82DF0AA9C
:10017000BB78C8F0945AADFA9767B825D46BFAA04B
:10018000FD046BFA18A03403D4E4B823F04380A064
:100190002446B830B925F0A11819F0A13403D4E4ED
:1001A0002446B935F1AB19F1AC27ADAEAAB9289404
:1001B00098892EFBA1FC19A19432B837F047B826A4
:1001C00040A03403D4E4B823F04380A02446542F45
:1001D00024EEB576D7243DB81F27300796E4F043C8
:1001E00080A0230430940824 30B82BF002CEB480F4
:1001F000B46BBC3CFB9482B82EA018FAA09432B920
:1002000025B830F1A01819F1A05419E60F441423B1
:1002100089F24D223048F24D25454B82EB930F12A
:100220003760371819F1377037F62DA7839783B8E1
:100230002CF03703E037C641444AB000C8B0004450
:1002400005318F037032E37C63AC8F00301A018F050
:100250001300A083B82EB900BB02BA08F93D974637
:10026000634467F067446AF0A767A019EA5C18EB7B
:100270005A8374B0B932B82BAD01967E4487F0F75E
:10028000F68EA767A04496F0F79767A04496976705
:10029000A0FDA1379697938B2BAE12B8FE32D9FEC7
:1002A00052EB72B692B4B2AED2B0F2B2449684E906
:1002B0006442645BE4F5E4EBF0D2D14340A0233028
:1002C00062B82CB00018B000230E9FB82AB01944B1
:1002D0009C538FA023018F449CB833B00018B000DA
:1002E000B837B000B45623088F449FF053C0430181
:0802F000A0891F341AB827B0144496C0
:100300007E506D79533B3F707F7B77021801577E4
:10031000052F1C2F15670D0F3B2F0F5D1D1D3E2F49
:10032000015100F6710050F15051C0F2F0E2F5E27D8
:1003300001C1D0E27000E275E000E277E005D673B0A
:10034000631DF05320965 1F053C04320A089304480
:10035000F3F053C04310A0B92C44F3F053C043084A
:10036000A0B93C44F3B83AB92EF0A11819F0A19401
:1003700032340 3D4E4B821234 1E3A018F04380A031
:100380002446B81CB92FF0D3E0C6B1F0D3F0C6B7FD
:10039000F0A1C8C9F0A19432340 3D4E4B822F043E8
:1003A00080A0B83BF0C6A924462340E3B824A02488
:1003B00046B934341A2446B93B341A2446B900BA36
:1003C0008F999F867E6C9890167E6CE890267E608
:1003D00038904199 7F826DEA767A8EAC183676462
:1003E000AB83CF0AB18F0AC18F0AD27AEB910BAE3
:1003F000E9498B82EF8A018FCA094323403D4E4D9
:10040000B822F04380A02446B835B938F03761378B
:10041000AC1819F0377137ABF627FB962723 0994F0
:1004200082B83AA018FAA0B835B938F0A11819F076
:10043000A183BA10B82EB925B10019B1008925BBF6
:10044000002944EF1AD7D57A119EB43EA3D83BC0206
```

FANTOM 89

Transceiver CW, SSB pro pásmo 144 MHz s digitálním zobrazením kmitočtu

ZMS Ing. Milan Gütter, OK1FM

Autor transceiveru FANTOM 89 ZMS ing. Milan Gütter, OK1FM, je členem čs. reprezentačního družstva pro práci na VKV. Na snímku u stanice RC0SG při soutěži Vítězství VKV-43 v Běloruské SSR.

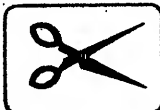
FANTOM 89 je moderním způsobem řešený TCVR pro provoz CW a SSB v pásmu 144 MHz. Je osazen polovodičovými prvky z produkce československých výrobců při respektování současných nároků na kvalitu jak přijímací, tak i vysílací části. Je doplněn digitálním zobrazením kmitočtu (DZK) s obvody CMOS a displejem LCD.

TCVR je předurčen pro spolupráci s vhodným nízkošumovým předzesilovačem, umístěným u antény (viz literatura [1], [3]). Vysílací část je vhodná k buzení výkonových stupňů v sériovém řazení. Základní výstupní výkon je max. 300 mW/50 Ω. Vhodné konstrukce PA jsou kvalitně a zcela vyčerpávajícím způsobem popsány v lit. [3]. Výkonový stupeň 6 W je možno mechanicky zamontovat na zadní stranu TCVRu, kde je pro něj dostatek místa. Zapojení je beze zbytku převzato z TCVRu Sněžka [3 a 4].

Zde popsaná základní verze umožňuje použít TCVR bez problémů s transvertory pro vyšší pásma – 70 cm Oškobrh – viz [5], nebo 23 cm – viz [6].

TCVR umožňuje bez úprav vysílání vysokými rychlostmi CW při provozu MS (Meteor Scatter – spojení odrazem od stop meteorů), neboť použitý nf klíčovač s obvody CMOS (verze TTL viz [7]) umožňuje generovat tempa přes 2000 LPM (tj. znaků za minutu) při nepatrných nárocích na spotřebu. Pro provoz SSB je vestavěn nově vyvinutý obvod generování signálu s vysokofrekvenční regulací zisku, pracující zcela automaticky (viz Modul DSB). Po vysměšování získaný signál SSB má jednoznačně definovanou maximální vf. úroveň, takže ani modulační špičky nemohou následné vf stupně přebudit. Naopak při zvýšení úrovně nf modulace dochází

VYBRALI JSME NA OBÁLKU



k omezení vf signálu (obdoba vf komprese).

To přispívá spolu s použitým základním oscilátorem VCO k čistotě spektra výstupního signálu.

Ve směšovači přijímače je použit moderní Schottkyho kruhový směšovač čs. produkce typu UZ07 [8]. TCVR je osazen vynikajícími čs. dvoubázovými tranzistory MOSFET KF907 a KF910, obvody CMOS (DZK, nf klíčovač, fázový závěs), běžně (!?) dostupnými polovodiči i ostatními prvky. V konstrukci použitá feritová jádra lze ve velkém (např. pro celý okres) objednat prostřednictvím Svazarmu přímo u výrobce. Použité modelářské krystaly vedou i prodejny DOSS. Krystaly a filtr prodává samozřejmě i prodejna TESLA v Hradci Králové [26].

Popisovaný TCVR FANTOM je určen pro pokročilejší radioamatéry. V popisu nejsou vysvětlována základní pravidla, např. pro práci s obvody CMOS a MOS-FET (nikdy nepoužívat pistolovou páječku!!!), pravidla pro výběr kondenzátorů, (např. proč pro blokování vf nelze použít keramický kondenzátor kapacity M1) a rovněž nejsou uvedeny základní oživovací pokusy při uvádění do chodu, jako měření napětí, proudů atd.

Doporučuji však každému k přečtení výtečným způsobem napsaný návod ke stavbě TCVRu KENTAUR [9].

Jako základní pro oživování se předpokládá znalost práce s avometem, možnost orientačně změřit vf napětí, je žádoucí (ne nezbytné) mít možnost použít osciloskop alespoň do 10 MHz, mít možnost měřit kmitočet do 150 MHz, mít GDO pro předladění rezonančních obvodů a konečně jiný TCVR pro konečnou kalibraci kmitočtu, nastavení DZK a celkovou kontrolu TCVRu.

Konstrukční zásady: Byla zvolena modulová koncepce zařízení. To umožňuje budovat TCVR po částech, které lze nezávisle oživovat a zkoušet a teprve po dokonalém prověření jejich funkce je propojit mezi sebou.

Nebyly použity konektory (jsou drahé a obyčejně i nespolehlivé, pokud se používají různé „inkurantní“ typy). Jednotlivé díly jsou propojeny ohebnými kablíky (pájením na vývody průchodkových kondenzátorů, v celém popisu vesměs označených PIN1, PIN2 atd.). Vf propojky jsou realizovány tenkými vf kablíky s teflonovou izolací tuzemské

:1004500097F0F7A018EC51B82E832ABC08376837F9
:10046000F665A784806B972AF72AF7E67237683711
:10047000847C376837E67C6B847D84661AEC7A97D4
:100480002A83BA008B0812902A97672A67EB8683F3
:100490002A6C672A67EB8683BF1094C3F6A1A784F2
:1004A000B79794D5E6AA94B884B294B8E6B294E229
:1004B00084B494CCEFA19783FD376937ADFE377ACA
:1004C00037AE83FD376937FE377A3783FB0301ABD0
:1004D000FC1300AC83FBF7ABFCF7ACFDF7ADFEF70C
:1004E000AE83FD69ADFE7AAE835454B92FF1C914C1
:1004F000C0B82EF047530FA918F04753F049A9533D
:10050000C09605A417A41EB82EF0B928A11918F09A
:10051000A1B827B0144496F95320C61EA407D4D011
:10052000A411BE00BF00B920FA124197FF67AFFEC9
:1005300067AEFD67ADFC67ACFB67ABFA67AAE9295C
:1005400083F06EAE18F07FC8A420B803233090233B
:10055000709023B09083230 89EB80123FF9023FF5C
:100560009023018E230E9E23048E8323079EB802C0
:1005700023FF9023FF9023028E230D9E23088E835A
:10058000B8028037AB80FB83B833B9018137A0183C
:100590008137A0B829D480AA8833F0AA18F0AB27C5
:1005A000ACADB82EB422230CE3A9230DE32A2B2CE7
:1005B0002D2E9498B835FBA018FCA0D4B283B81A9D
:1005C000F096C5C43807A0881FF0D2D1B81E10C426
:1005D0003AB81DF037A9030637E6DDC442F903C86F
:1005E00037F6E5C44AF007BCC8948229B81EF0ABC0
:1005F00029945AF4C8AEB82EA018B000B83BF096B3
:1006000003C452B82EBAE8BB03BC00BD00B422B884
:100610003AF0A918F02A2B2C2D2E9498FCB81CA087
:10062000FBB81BA0D45BD45BD45BD45BB81FF05386
:100630003FA0B81EB000B81DB0008323E0B81CA0D6
:10064000C43223E0B82EB000C41D23F0B82EB0FF92
:10065000C41DB82EF0B81CB000C421B92EF1B83CAE
:1006600060A0182770A0182770A083BA00BB00B93B
:100670000897F7AEFA7A57AAFB7A57ABFEE972836E
:10068000B92EBC64F0530F9482A1FA19A1C8F0BC32
:100690000AAD47530F94822AFD530F6AC961A1190D
:1006A0002771A18316A8C4A414D5F007C6B1A0C4AD
:1006B000A483B935F137033F3719F137139C37E677
:1006C000C283B456B835B00018B000B837F017A9D7
:1006D000D30A96DA27A023079F8329A083232B8868
:1006E00024E3A083B903B824F0537FD37E96F6F089
:0906F0005380A0C8E9F783C4E8B7
:1007000000000000001A1B1C1D1F20212122222393
:1007100023232323242425262728292A2A2B2C2D6A
:100720002E2F2F303132323334353637373839 3A8D
:100730003B3B3C3D3E3F3F404142434344454647AF
:1007400048484 94A4B4C4C4D4E4F505151525354CE
:10075000555656575858595A5B5C5D5E5E5F6061EE
:10076000626263646566676768696A6B6B6C6D6E0D
:100770006F6F70717273737475767778787 97A7B2E
:100780007C7C7D7E7F80818182838485858687884D
:1007900089898A8B8C8D8D8E8F909192929394956E
:1007A00096969798999A9B9B9C9D9E9FA0A0A1A28C
:1007B000A3A4A4A5A6A7A8A8A9AAABACADADAEAFAB
:1007C000B0B1B1B2B3B4B4B5A383B82BB048230E63
:1007D0009FB93C341AB827B05083FFBAFFF2E71D27
:1007E0009ABF8A40AFF8934340E4E0F053C043041B
:0F07F000A0B92344F3F053C04302A0B92744F348
:00000001FF

produkce, které lze (odřezky a odpad) získat v prodejnách partiového zboží, nebo darem či koupí v NDR, Maďarsku apod. Kablíky jsou připájeny stíněním k plášti modulů, živý konec je připájen na desku plošných spojů.

Jednotlivé moduly sestávají z destiček plošných spojů, zapájených do rámečku z pocínovaného plechu 0,3 až 0,5 mm, vysokého 30 mm. Desky se spoji jsou připájeny ve výšce 7 mm od svého okraje (mezera mezi krajem rámečku a spodní stranou spoje). Při tloušťce desky spojů 1,5 mm pak zbývá 21,5 mm vysoký prostor na součástky. To je právě dostatečné. Moduly mají po obvodu připájena 2 (větší 4) pájecí očka pro šroubky M3, ohnutá kolmo. Za ta jsou přišroubovány moduly k základnímu šasi TCVRu.

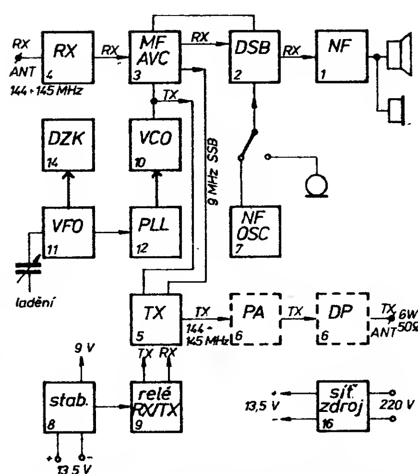
Popis TCVRu je rozdělen do těchto celků – modulů:

1. Nf modul
2. DSB modul
3. Mf modul, AVC
4. Modul RX
5. TX
6. PA – PA Sněžka – viz [3].
7. Nf oscilátor
8. Stabilizátor
9. Relé RX/TX
10. VCO
11. VFO
12. PLL
13. Mechanické díly
14. DZK (digitální zobrazení kmitočtu)
15. Elektrické zapojení
16. Síťový zdroj

Blokové schéma a popis spolupracujících obvodů

Blokové schéma TCVRu je na obr. 0.1.

Signál z přijímacího vstupu (RX ANT) přichází na „Modul RX-4". Po zesílení (KF982, KF907) je přiveden na směšovač UZ07 (modul Mf AVC – 3). Po vysměšování s kmitočtem VCO s vysokou spektrální čistotou (KF910 – VCO – modul č. 10) je mf kmitočet 9 MHz přes diodový přepínač přiveden k přizpůsobovacímu obvodu (T1, L1, L2, Tr1, Tr2 – obr. 3.1) na krystalový filtr PKF 8Q/9 MHz, určující vlastnosti mf dílu přijímače. Dvoustupňový mf zesilovač (KF910) s velice účinným AVC, odvozeným od vf signálu, zesílí signál na velikost kolem 50 mV. Tato úroveň je zavedena do osvědčeného zapojení detektoru (KF910) – (DSB modul –2). Odtud



Obr. 0.1. Blokové schéma transceiveru Fantom 89

přes regulaci hlasitosti postupuje nf do „Nf modulu –1".

Výstupním akustickým měničem je buď vestavěný reproduktor, vnější reproduktor nebo sluchátka (vnější reprokonektor na zadní straně TCVRu, sluchátka – jack na předním panelu).

Pro příjem i vysílání je společný oscilátor (VCO – 10) řízen „modulem PLL-12", konkrétně fázovým závěsem MHB4046. Ten porovnává napětí z VFO (modul VFO, č. 11, ovládaný ladicím knoflíkem na čelním panelu zařízení) s rozdílem kmitočtů transpozičního krystalového oscilátoru X1 až X4 (obr. 12.1) a zmíněného VCO. Podle použitých krystalů a rozsahu přeladění VFO pokrývá TCVR pásmo 144,0 až 145,0, případně 146,0 MHz ve dvou nebo čtyřech podrozsazích.

Nastavený kmitočet je zobrazován vestavěným „modulem DZK-14". DZK indikuje 4 místa, tj. stovky, desítky, jednotky kHz a stovky Hz. Jednotky MHz udává přepínač podrozsahů (podle použitých transpozičních krystalů). Stupnice měří kmitočet 10× za sekundu. Kmitočet je zobrazen displejem LCD.

Vysílací cesta začíná mikrofonem (zásuvka na předním panelu). Signál přichází do „Modulu DSB – č. 2". V obvodu A244D (IO1 na obr. 2.1) se vytvoří DSB signál kmitočtu 9 MHz s automatickým omezením úrovně zpětnou vazbou diodou D1 do vývodu č. 3 A244D. Oscilátor USB/LSB nosného kmitočtu je v témže modulu. Postranní pásmo se volí přepínačem na čelním panelu. Z „Modulu DSB-2" přichází DSB signál do „Modulu MF, AVC-3". Stejnou cestou jako při příjmu signál projde krystalovým filtrem. Zde se diodovým přepínačem oddělí a přes T2 se přivede přes diodový přepínač do „Modulu TX – 5". Tam se směšuje s kmitočtem VCO. Přes filtr L1, L2, C1 až C5 postupuje signál 144 MHz až (po zesílení) na výstupní svorku řetězce – K2. Zde je k dispozici maximálně asi 300 mW výkonu na impedanci 50 Ω. Regulace výkonu (rozsah 26 dB nejméně, tj. 0,5 mW až do plného výkonu) umožňuje plynule regulovat buzení PA. Pro provoz CW je v modulu „Mf oscilátor" získaný nf kmitočet veden do mikrofonního vstupu „Modulu DSB". Mikrofon je odpojen, klíč se připojuje do konektoru na zadní straně TCVRu.

Nf modul – 1

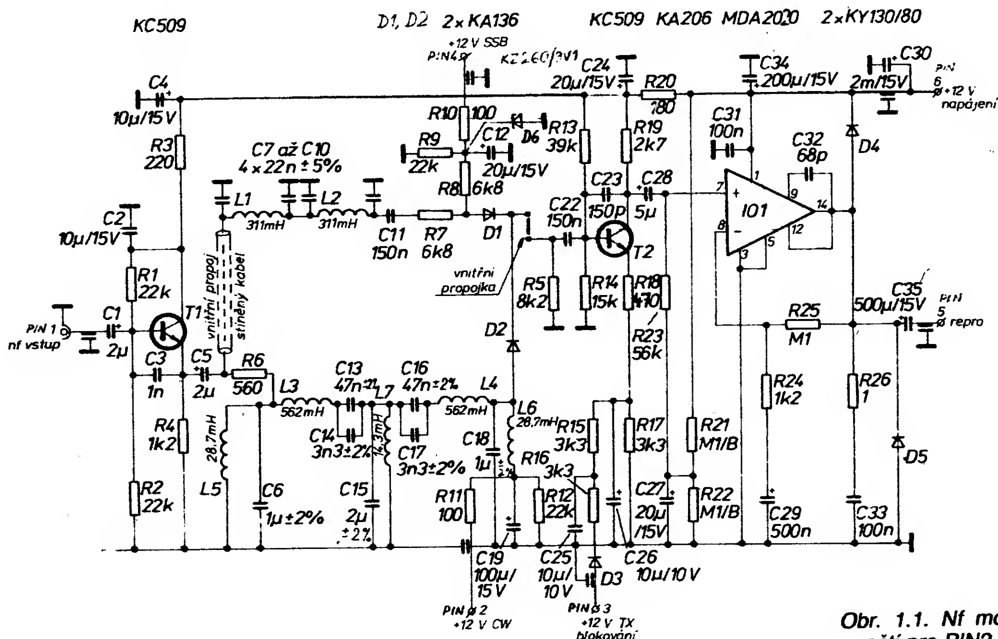
Nízkofrekvenční část amatérských zařízení bývá neprávem podceňována. Je to škoda, neboť nekvalitní nf díl dokáže u mnohých konstrukcí zcela zkazit celkový dojem. Tradičně mívá ve svých konstrukcích tuto část velmi pěkně vyřešenu Jarda Klátil, OK2JI.

Upravenou část jeho konstrukce jsem použil i v popisovaném TCVRu Fantom.

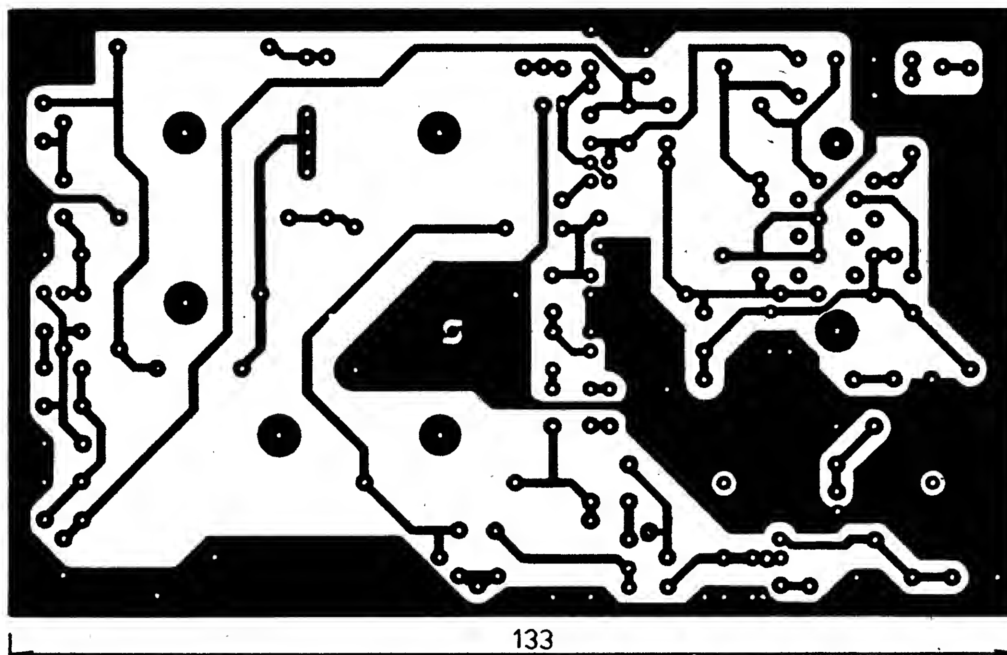
Nf modul je řešen – podobně jako ostatní díly TCVRu – jako samostatná jednotka s možností univerzálního použití i v jiných konstrukcích.

Základní požadavky, kladené na kvalitní nf díl moderního zařízení pro CW a SSB, jsou: dostatečný nf výkon (splněno použitím MDA2010, lépe 2020, včetně provozní jistoty při použití nízkého napájecího napětí), odpovídající citlivost (30 mV pro plný výkon 3 W/4 Ω na výstupu), dolnofrekvenční propust pro SSB a možnost zařazení kvalitního filtru CW (splňuje).

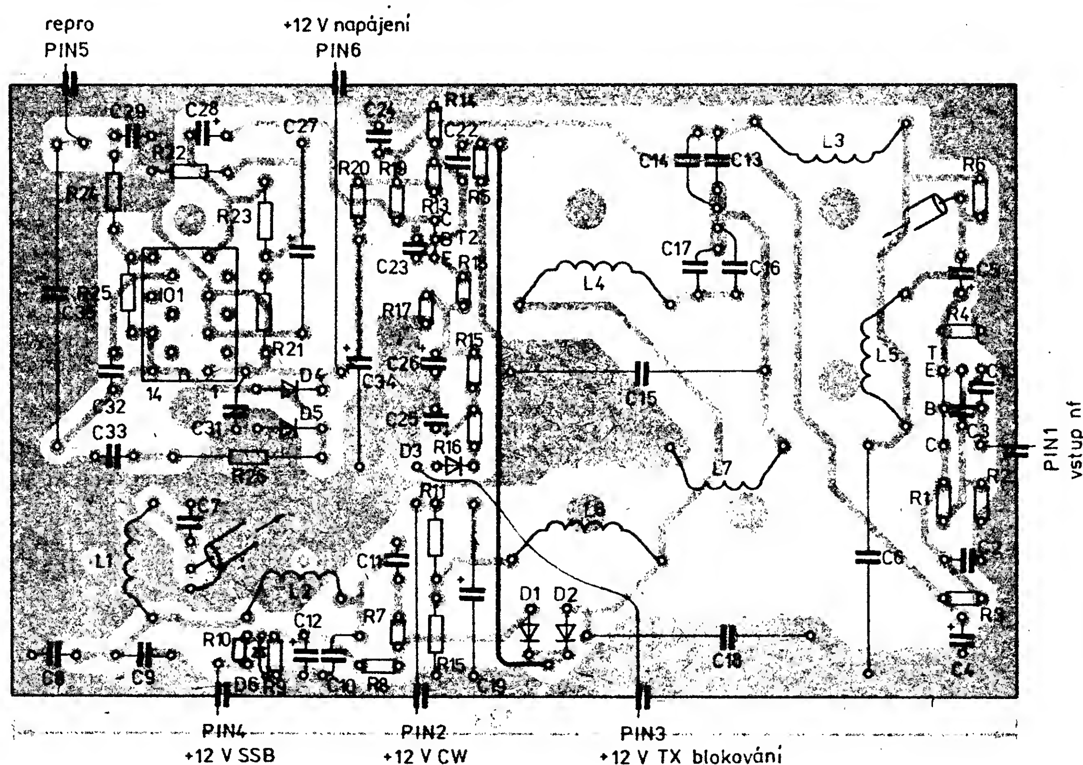
Při volbě koncepce nf dílu jsem po mnohaletých zkušenostech s aktivními filtry (s použitím operačních zesilovačů) odmítl jejich použití a vrátil se ke klasickým pasivním filtrům. Jsou sice podstatně obtížnější pro výrobu, ale výsledný dojem při poslechu s nimi to plně vynahradí. CW filtr „nezvoní", signál se pěkně ladí (šířka vrcholu filtru je asi



Obr. 1.1. Nf modul – 1. Vypínač ovládá napětí pro PIN2 nebo PIN3 (volba filtru pro CW nebo SSB)



Obr. 1.2. Nf modul – 1, strana spojů, deska X73



Obr. 1.3. Nf modul – 1, rozložení součástek na desce X73

150 Hz na rozdíl proti několika desítkám Hz u filtrů s OZ). Kdo nefandí CW, může příslušné obvody prostě ze zapojení vynechat. (Pozn.: pasivní filtry mají proti aktivním příznivý průběh fázové charakteristiky.)

Popis zapojení: nf signál z detektoru přichází přes sledovač s T1 na dolní propust L1, L2, C7, 8, 9, 10 pro SSB a přes R6, kterým lze měnit zisk části CW v poměru k větvi SSB, dále na filtr CW. Ten je tvořen paralelními články L5 C6, L7 C15, L6 C18 a sériovými články L3 C13 C14 a L4 C16 C17.

Přepínání je elektronické diodami D1 a D2 přiváděním napětí na PIN 2 (CW) a PIN 4 (SSB). Tranzistor T2 pak zvolený signál předzesílí a IO1 výkonově zesílí. Blokování nf dílu při vysílání je zajištěno napětím, přiváděným v poloze TX na PIN 3.

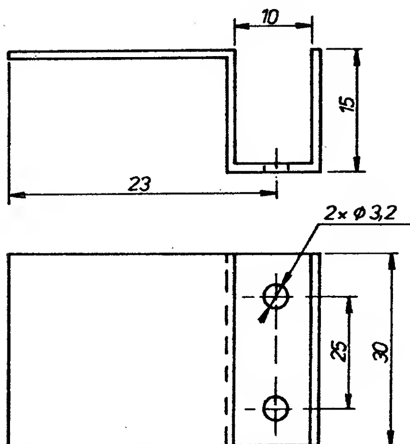
Hrníčková jádra propusti a filtru jsou přišroubována k desce plošných spojů **mosaznými** šrouby M4. Opatrně utahovat, jinak hrníčky snadno prasknou, neboť střední sloupek má vzduchovou mezeru.

Cívky měříme až po dotažení k desce; podle utahovací síly se totiž v malých mezích mění i indukčnost cívek! Toto nouzové řešení je dáno nedostupností vhodných držáků pro feritová jádra na našem trhu. Po konečném nastavení indukčnosti šrouby fixujeme lakem.

IO1 je chlazen měděným plechem, jehož kraj je připájen ke krabičce nf modulu (obr. 1.4).

Rovněž jako indukčnost rezonančních obvodů je třeba měřit i kapacity zde použité. Z hlediska jakosti *Q* vyhoví typy TC180 (*Q* se pohybuje kolem 100), lepší jsou typy TC215 a MPT-Pr 96, mající *Q* 200 až 400, vše na 1 kHz. Pokud dodržíme hodnoty *L* a *C* s přesností kolem 2 %, budou články správně nastaveny. Použitá hrníčková jádra: údaje získány z literatury [2], výrobce: Fonox – Pramet Šumperk.

L1, L2 Jádro 205 513 005 250
A_L = 2000/25 %, H12 ∅ 18,4 mm
311 mH, tj. 394 z 0,15 CuL
(nebo 205 517 005 250
A_L = 2500/25 %, H22 ∅ 18,4 mm
311 mH, tj. 353 z 0,15 CuL).



Obr. 1.4. Chladič pro MDA 2010. Materiál Cu plech (mosaz), tloušťka 0,8 až 1,5 mm. Díry 2×3,2 mm svrtat s podložkou dodávanou k IO a s deskou plošných spojů (obr. 1.2.). Spájet s krabičkou nf modulu (s bočnicí)

L3, L4	Jádro 205 517 005 356 A_L = 1000/3 %, H22 Ø 26 mm 562 mH, tj. 750 z Ø 0,17 CuL (nebo 205 519 005 356 A_L = 1000, H23, Ø 26 mm 562 mH, tj. 750 z Ø 0,17 CuL, nebo 205 511 005 350 A_L = 1800/25 %, H6 Ø 26 mm 562 mH, tj. 559 z Ø 0,18 CuL nebo 205 513 005 350 A_L = 3200/25 %, H12 Ø 26 mm 562 mH, tj. 419 z Ø 0,20 CuL).
L5, L6	Jádro 205 517 005 256 A_L = 400/5 %, H22 Ø 18,4 mm 28,7 mH, tj. 268 z Ø 0,19 CuL (nebo 205 511 005 250 A_L = 1100/25 %, H6 Ø 18,4 mm 28,7 mH, tj. 162 z Ø 0,24 CuL).
L7	Jádro 205 511 005 250 A_L = 1100/25 %, H6 Ø 18,4 mm 14,3 mH, tj. 114 z Ø 0,4 CuL (nebo 205 513 005 250 A_L = 2000/25 %, H12 Ø 18,4 mm 14,3 mH, tj. 85 z Ø 0,4 CuL).

Indukčnost měřit u přišroubovaných jader (podle popisu) a případně dostavit změnou počtu závitů, nebo (opatrně!) v malých mezích tlakem upevňovacího šroubu. Ten musí být mosazný, železný nelze použít – podstatně zhorší Q cívky.

Pozn.:

$$N = 10^3 \sqrt{\frac{L\,(\mathrm{mH})}{A_L\,(\mathrm{nH})}};\ \text{(N je počet závitů)}$$

Seznam součástek

Nf modul, 1

Polovodičové součástky

T1, T2	KC239 (KC509)
IO1	MDA2020 + chladič (obr. 1.4)
D1, D2	KA136
D3	KA206 nebo pod.
D4, D5	KY130/80
D6	KZ260/9V1

Rezistory (0,25 W, miniaturní, např. MLT, TR 221a, TR 282)

R1, R2	22 kΩ
R3	220 Ω
R4	1,2 kΩ
R5	8,2 kΩ
R6	560 Ω
R7, R8	6,8 kΩ
R9	22 kΩ
R10, R11	100 Ω
R12	22 kΩ
R13	39 kΩ
R14	15 kΩ
R15, R16	3,3 kΩ
R17	3,3 kΩ
R18	470 Ω
R19	2,7 KΩ
R20	180 Ω
R21, R22	100 kΩ/B
R23	56 kΩ
R24	1,2 kΩ
R25	100 kΩ
R26	1 Ω TR 215

Kondenzátory

PIN1 až PIN6	470 pF až 2,2 nF, TK 564 aj. (průch., pájecí)
C1, C5	2 μF, TE 005 (TE 123)
C2, C4	20 μF, TE 004 (15 μF, TE 123)
C3	1 nF, TK 724 (5)
C6, C18	1 μF, TC 180 (TC 215), 2 %, měřit! MPT – Pr96
C7 až C10	22 nF, TC 279 (TC 235, 205), 5 %
C13, C16	47 nF, TC 235 (TC 279, 205)
C11, C22	0,15 μF, TK 782
C14, C17	3,3 nF, TC 276 (TC 235)
C12, C24, C27	20 μF, TE 984
C15	2 μF, TC 215 (TC 180), 2 %, měřit!
C19	100 μF, TE 984
C20, C21	– nepoužit
C23	150 pF, TK 724 (5)
C25, C26	10 μF, TE 003 (TE 123)
C28	4,7 μF, TE 122 (TE 004)
C29	0,47 μF, TE 125 (0,5 μF, TE 988)
C30	2200 μF, TE 674B (mimo desku se spoji)
C31, C33	0,1 μF, TK 782 (3)
C32	68 pF, TK 754 (774)
C34	200 μF, TE 984
C35	500 μF, TE 984

DSB modul – 2

Soustřeďuje obvody jak vysílací, tak přijímací části TCVRu. Společným je generátor nosného kmitočtu s krystaly X1 a X2, které jsou dodávány jako příslušenství krystalového filtru. Přepínač LSB a USB je na předním panelu TCVRu. Ten přivádí napájecí napětí na vývody PIN 3 a PIN 4 modulu.

Oscilátor s tranzistorem T2 KSY71 má v kolektoru zařazenu dolní propust pro potlačení harmonických kmitočtů. Výsledný průběh je sinusový s velmi malým zkreslením.

Napětí z oscilátoru se přivádí jednak pro přijímač na tranzistor T3 – KF910, zapojený jako směšovač (nf detektor), jednak do integrovaného obvodu IO1 A244D. Ten generuje signál DSB podle modulace z mikrofonu, případně podle nf signálu z generátoru pro CW.

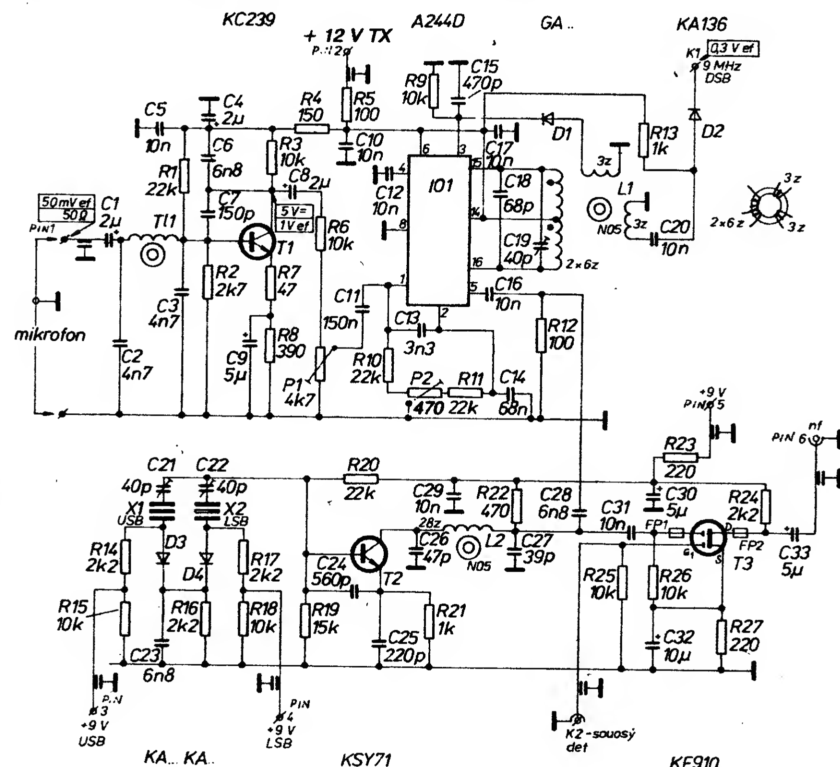
Při vysílání přichází nf modulační signál nejprve na tranzistor T1 KC239. Tam jsou členy *RC*, omezující propouštěné kmitočtové pásmo. V kolektoru je dělič R6 a P1. Jeho úkolem je zaručit, aby ani silně přemodulovaný nf vstup, když již na T1 dochází k limitaci, nedodával na vývod č. *1* IO1 napětí větší než asi 0,5 V. IO A244D je totiž velmi citlivý právě na přebuzení tohoto vstupu, což již mnozí konstruktéři znají, když jim tento IO – právě z důvodu přebuzení – „odešel".

IO zde pracuje v zapojení jako dvojitě vyvážený směšovač. S výhodou je použita smyčka zpětné vazby z výstupu na vývod č. *3*. Zapojení zaručuje, že v žádném případě není na výstupu celého generátoru DSB (vývod K1 – 9 MHz DSB) větší efektivní napětí než asi 0,3 V.

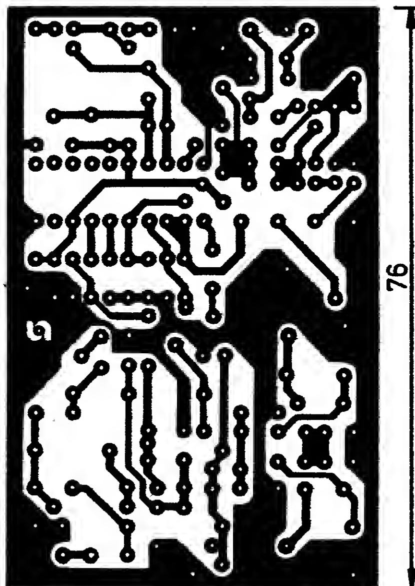
Protože regulace probíhá na vf straně, ale reguluje se relativně pomalá nf obálka, je výsledný průběh i při silném přebuzení (ještě ale před limitací T1) jen amplitudově omezený, bez překmitů nebo zákmitů.

Nelze tedy obvod ani následující stupně přebudit modulačními špičkami. Tímto zapojením je samočinně získána komprese signálu, což je při SSB žádoucí pro zvýšení komunikační účinnosti. Použití vf kompresoru je pak již zbytečné.

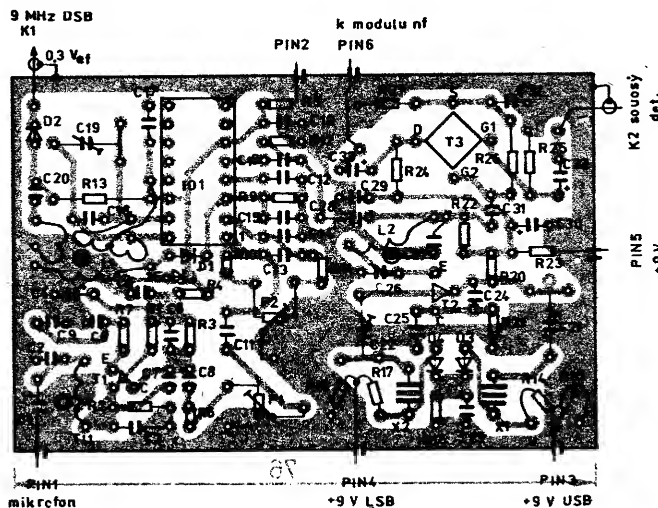
Při CW je třeba nastavit modulační úroveň z generátoru nf takovou, aby ještě právě



Obr. 2.1. DSB modul – 2 (včetně gen. nosných a nf detekce). Tl1: trubička H18 (Ø 3,5/1,3 × 5) – 5 z Ø 0,3 mm, obj. č. 205 515 302 500; L1, L2: toroid N05 Ø 10/6 × 4 (nebo N1 Ø 10/6 × 4), obj. č. 205 533 300 005 (nebo 205 534 300 005), L1: N05 – 2 × 6 z bifilárně, 3 z, 3 z, drát Ø 0,25; N1 – C18 zmenšit na 15 pF, počet z ponechat; L2: N05 – Ø 10–28 z Ø 0,2, N1 Ø 10–15 z Ø 0,3. X1, X2 – krystaly nosných dodávané k filtru PKF 8Q/9 MHz. PIN1 až PIN6 – kond. průchodka pájecí 470 pF až 3,3 nF, TK 564 aj. FP1, FP2 – jádro H20 Ø 2,5/1,5 × 1, navléci na G2 a D (obj. č. 205 516 300 002).



Obr. 2.2. DSB modul, deska X74 ze strany spojů



Obr. 2.3. Modul DSB, rozmístění součástek na desce X74 . PIN 2 + 12 V TX

nebylo dosaženo limitace, tj. před bod, kdy se při zvětšování nf napětí z generátoru již nemění vf výkon.

Potenciometr P2 slouží pro vybalancování zbytků nosné (poslechem na jiném zařízení u hotového TCVRu). Potenciometrem P1 se nastaví optimální úroveň signálu z mikrofonu podle vkusu operátora.

Funkci generátoru kontrolujeme nejlépe osciloskopem připojeným na K1. Šířka jeho pásma musí být několik desítek MHz, aby bylo možné posoudit tvar signálu.

Správný kmitočet nosných USB a LSB se nastaví trimry C21 a C22 u hotového zařízení.

Použité součástky jsou uvedeny ve schématu obr. 2.1 a v rozpisce, výkres desky plošných spojů na obr. 2.2, osazovací plán na obr. 2.3.

Modul DSB, 2

Polovodičové součástky

T1	KC239 (KC509)
T2	KSY71
T3	KF910 (907)
IO1	A244D
D1	vf germ., např. GA205, 206
D2	KA136
D3, D4	KA206 (KA501, KA261 apod.)
D5	KZ260/9V1

Rezistory (0,25 W, miniat.)

R1, R10, R11, R20	22 kΩ
R2	2,7 kΩ
R3, R6, R9, R15, R18, R25, R26	10 kΩ
R4	150 Ω
R5	82 Ω
R7	47 Ω
R8	390 Ω
R12	100 Ω
R13, R21	1 kΩ
R14, R16, R17, R24	2,2 kΩ
R19	15 kΩ
R22	470 Ω
R23, R27	220 Ω
P1	4,7 kΩ, TP 012, 112, 113, 095
P2	470 Ω, TP 012, 112, 113, 095

Kondenzátory

C1, C4, C8	2,2 μF, TE 123
C2, C3	4,7 nF, TK 724
C5, C10, C12, C16, C17, C20, C29, C31	10 nF, TK 744 (724)
C6	6,8 nF, TK 724
C7	150 pF, TK 774
C9	4,7 μF, TE 121
C11	0,15 μF, TK 782
C13	3,3 nF, TK 724
C14	68 nF, TK 764
C15	470 pF, TK 724
C18	68 pF (15 pF při L1 z hmoty N1), TK 754
C19, C21, C22	60 (50) pF, WN70419, 70425
C23, C28	6,8 nF, TK 724 (744)
C24	560 pF, TK 794
C25	220 pF, TK 794
C26	47 pF, TK 774
C27	39 pF, TK 774
C30,C33	5 μF, TE 004
C32	10 μF, TE 003

Kondenzátory TE 1... lze nahradit po úpravě roztečí typem TE 00.

Jako PIN1 až PIN6 použit pájecí průchodkové kondenzátory TK 564 apod.

X1, X2, FP1, FP2, L1, L2,Tl1 viz. obr. 2.1

Mf modul, AVC – 3

Je to nejsložitější modul celé konstrukce. Obsahuje obvody jak vysílací, tak přijímací cesty. Některé obvody jsou společné. Při příjmu přichází signál z „Modulu RX-4“ krátkým kouskem vf souosého kablíku vstupem K1 přes přizpůsobovací atenuátor R2, R3, R4 na vstup č. *8* směšovače se Schottkyho diodami. Bližší popis tohoto moderního konstrukčního prvku je v literatuře [8]. Vývod č. *1* směšovače UZ07 je označen tečkou na vrchní straně pouzdra.

Injekce oscilátorového signálu o velikosti 0,7 až 1 V_{ef} je přivedena z „VCO-10“ na vývod č. *1*. Samozřejmě je opět použit souosý kablík, živým koncem připájený do desky s plošnými spoji, plášť je připájen na boční desku modulu. Přes diodu D5 jde směšovací produkt přes přizpůsobovací člen R10, R11, L1, C6, C7, L2 a vf transformátor Tr1 na „source“ tranzistoru T1-KF907.

Celá tato kombinace slouží k důslednému přizpůsobení zátěže směšovače (krystalový filtr – viz dále) impedanci směšovače, tj. 50 Ω, samozřejmě v širokém rozsahu kmitočtů. Změřené vlastnosti tohoto širokopásmového přizpůsobovacího členu jsou výtečné: V oblasti kmitočtů kolem 4 MHz je ČSV lepší než 12 dB. Tato hodnota se zlepšuje spojitě na asi 20 dB pro kmitočty kolem 50 MHz.

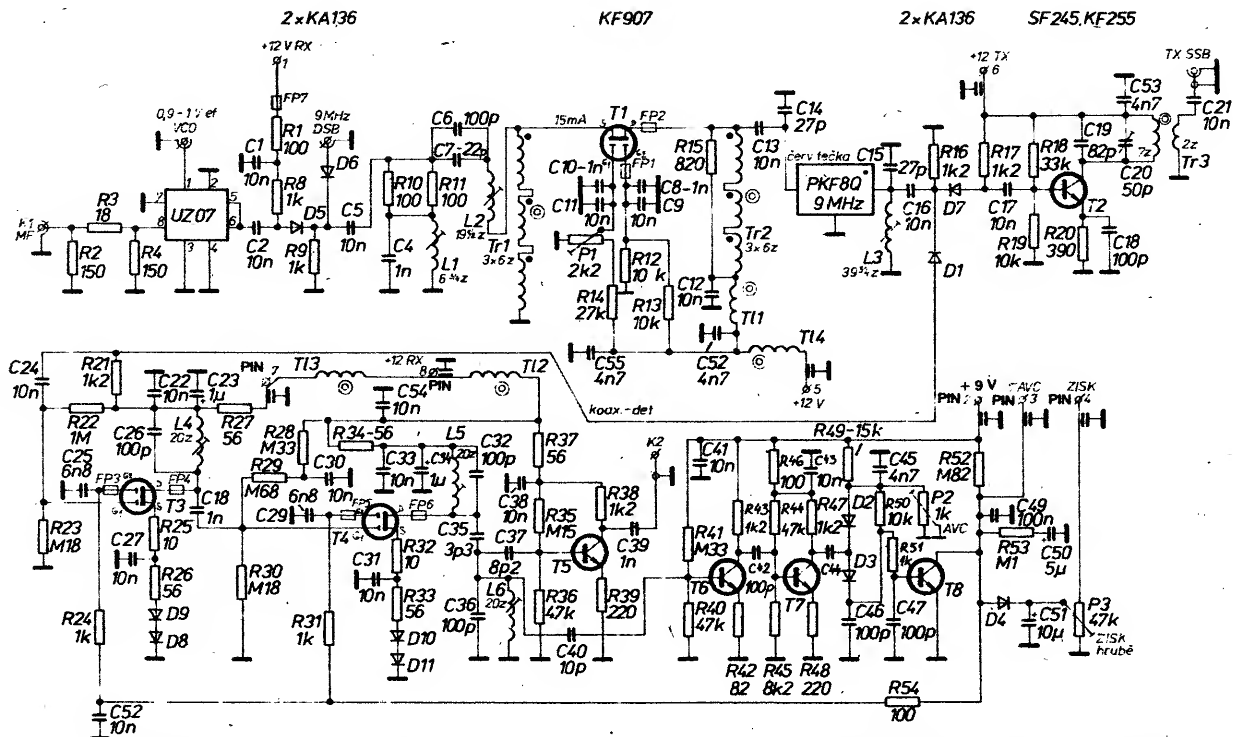
Použití přizpůsobovacích obvodů před filtrem totiž zásadně zlepšuje odolnost proti intermodulačním produktům a tím i dynamické vlastnosti přijímače. Bližší údaje lze nalézt v literatuře [11, 12, 13], kterou doporučuji zájemcům k důkladnému prostudování. Jsou zde poznatky dosud u nás souhrnně nepublikované, které mají zásadní důležitost.

Vše se týká hlavně krystalového filtru, jmenovitě jeho přizpůsobení. Ten totiž mění svoji vstupní impedanci v oblasti rezonančního kmitočtu skokem ze silně kapacitního do silně induktivního charakteru. V oblasti vzdálené od rezonančního kmitočtu je impedance (filtr TESLA Hradec Králové PKF 8Q/9 MHz) kolem 560 Ω s nutností zakončit vstup i výstup kapacitou asi 27 pF. Protože málokdo má možnost měřit přesně zvlnění v propustném pásmu, je na vstupu jen pevná kapacita C14, na výstupu paralelní rezonanční obvod L3 C15, který se při ladění dílu nastaví na maximum zisku mf. To se ukazuje jako vyhovující.

Velmi dobré širokopásmové vlastnosti s dobrým přizpůsobením má i zapojení MOSFET KF907 se společným hradlem, zakončené na vstupu i výstupu transformátory Tr1 a Tr2. Za pomoci kvalitního polyskopu s možností měřit současně průchozí útlum i přizpůsobení (SWOB 5) bylo vypracováno zapojení širokopásmových transformátorů s čs. feritovými materiály. Výsledky se dají shrnout takto: zapojení má při dodržení typů materiálů uvedených na obr. 3.1 – velmi dobrou reprodukovatelnost. Celkový dosažitelný zisk takto zapojeného stupně je 7 až 8 dB. Změřený ČSV je v široké oblasti kmitočtů lepší než 16 dB (nejhůře), typicky 20 dB. Kmitočtový rozsah 10 až 170 MHz pro jádra N05, průměr 10 mm. Zde použité materiály N1 o průměru 10 mm posouvají kmitočtový rozsah níže (3 až 80 MHz). Transformátory Tr1 a Tr2 jsou vinuty trifilárně, tj. třemi vodiči najednou. Dráty se nezkrucují, vinutí se roztáhne po celém obvodu toroidu. Poté se propojí začátky a konce vinutí (začátky jsou ve schématu označeny tečkou). Všechny vývody musí být co nejkratší. Viz obr. 3.1a.

Při uvádění do chodu zesilovače se trimrem P1 nastaví proud v elektrodě S na velikost asi 15 mA. Měří se na rozpojeném zemním konci Tr1.

Další podrobnosti o vlastnostech uvedeného zapojení (ovšem se zahraničními tran-



Obr. 3.1. Mf modul, schéma

Tl1 až Tl4:	jádro trubička H18 (∅ 3,5/1,3 × 5), obj. č. 205 515 302 500 (fialová); 5 z ∅ 0,2 mm
Tr1, Tr2:	jádro N1 ∅ 10 (∅ 10/6 × 4), obj. č. 205 534 300 005 (žluté), vinout trifilárně CuS ∅ 0,35 mm, 3 × 6 z (viz obr. 3. 1. a)
Tr 3:	jádro N1 ∅ 10 (∅ 10/6 × 4), obj. č. 205 534 300 005, kolektor 7 z ∅ 0,25, sek.: 2 z ∅ 0,25, vinout každé zvlášť;
L1 až L6:	kostřičky TESLA Pardubice s krytem, jádro N05 (tmavě modré) – ∅ 3,65 × 0,5 × 8 (nebo ∅ 3,65 × 0,5 × 12), obj. č. 205 533 304 650 (nebo 205 533 304 651), drátem ∅ 0,2;
FP7:	jádro trubička H18 (∅ 3,5/1,3 × 5) stejně jako Tl1 až Tl4, navléci na přívod R1;
FP1 až FP6:	jádro kruhové H20 ∅ 2,5 (∅ 2,5/1,5 × 1), obj. č. 205 516 300 002 (šedá), navléci na vývod G2 a drainu těsně u pouzdra KF910 (907)

zistory) lze nalézt v uvedené literatuře [11, 12].

Po průchodu krystalovým filtrem přichází signál RX na vstup dvoustupňového mf zesilovače, osazeného – jak jinak – než tranzistory MOSFET KF910 (907). Zisk je řízen změnou napětí pro G2 těchto tranzistorů. Zisk mf je asi 40 až 46 dB. To je více než dostatečné. Výstupní regulovatelné napětí je odděleno tranzistorem T5. (Při nastavování zde bude asi 50 mV signálu.). Detekce je v jednotce „DSB modul-2“. To proto, aby byl kmitočet oscilátorů USB a LSB (těsně kolem 9 MHz) co nejvíce oddělen od citlivého vstupu mf zesilovače, který by mohl tento kmitočet znecitlivět.

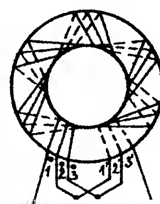
Mf se nastavuje při oživování transceiveru (nebo s generátorem 9 MHz asi 50 µV) vyladěním všech laděných obvodů na maximum výstupního napětí. To je indikováno S-métrem na panelu TCVRu. Nastavení podle sluchu je při zapnutém AVC nemožné, neboť AVC je velice účinné a od signálu síly asi S3 je pak již výstupní úroveň napětí z mf zesilovače konstantní. Obvod AVC sestává z tranzistorů T6, T7 a T8. Regulační napětí je odvozeno z vf napětí na paralelním obvodu L6, C36. Při vysílání přichází signál DSB (z modulu DSB) vstupem 9 MHz DSB na přizpůsobovací obvod L1, C4, R10, R11, L2, C6, C7 a následující stupeň s T1. Po průchodu filtrem je výsledný signál SSB veden přes D7 a T2. Obvod v kolektoru C19, C20, Tr3 se opět ladí na maximum vf napětí na vývodu TX SSB (po celkovém propojení modulu). Z bodu TX SSB jde signál souosým kablíkem do modulu „TX-5“.

Na vývodech G2 a D tranzistorů MOSFET jsou ve všech obvodech TCVRu navlečeny miniaturní toroidy, které zabraňují kmitání na kmitočtech kolem 1 GHz, jež se jinak velmi obtížně lokalizuje a jeho projevem je mj. třeba jen zvýšení šumového čísla obvodů, pracujících na několika MHz.

Informace o feritových mateiálech byly čerpány z lit. [2]. Modul je sestaven na desce s plošnými spoji (jedna strana), na druhé straně je měděná fólie. V místech, označených křížkem (zemnicí propoje), jsou součástky pájeny z obou stran. Ostatní pájecí body jsou zahloubeny vrtákem průměru 3 mm ze strany fólie. Směšovač UZ07 se připájí až po osazení dutých nýtků do vývodů 2, 3, 4, 7. Tím se zajistí dokonalé propojení fólií v zemnicích bodech.

Rovněž je třeba dbát na dokonalé propojení se zemí u krystalového filtru.

Použitá cívková tělíska (to platí pro celkovou konstrukci TCVRu) jsou výrobky TESLA Pardubice. Dostatek jich lze získat např. z levně vyprodávaných radiostanic VXN. Šroubovací jádra jsou v nich fixována kouskem buď slabé teflonové fólie, nebo kouskem fólie ze zaváděcích magnetofonových pásků. Běžně užívané gumičky, vosk atd. jsou nevhodné. Kryty připájíme alespoň ve dvou bodech k měděné fólii (zemní).



• začátky vinutí

vinutí: 1 - 1' (zač.-konec)
2 - 2'
3 - 3'

propojí se: 1' a 2; 2' a 3

Obr. 3.1.a) Schéma zapojení transformátorů Tr1 a Tr2 pro Mf modul, AVC

Modul mf, AVC, 3

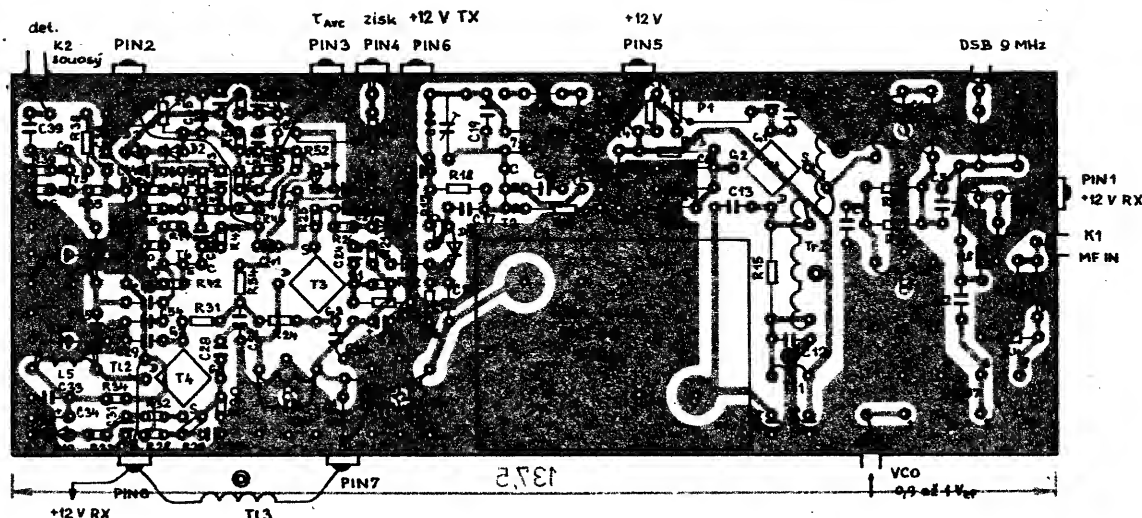
PKF 2,4/8Q – 9 MHz krystalový filtr TESLA + 2 krystaly nosných v modulu DSB 2

Polovodičové součástky

T1	KF907
T3, T4	KF910 (907)
T2, T5, T6, T7	SF245 (KF255)
T8	KC238 (508)
D1, D5, D6, D7, D15	KA136
D8, D9, D10, D11	KA206
D2, D3, D4	KAS22, GA205 (206)

Rezistory (0,25 W, miniat.)

R1, R10, R11, R46, R54	100 kΩ
R2, R4	150 Ω
R3	18 Ω
R5, R6, R7 – nepoužit	
R8, R9, R24, R31, R51	1 kΩ
R12, R13, R19, R50	10 kΩ
R14	27 kΩ
R15	820 Ω
R16, R17, R21, R38, R43, R47	1,2 kΩ
R18	33 kΩ
R20	390 Ω
R22	1 MΩ
R23, R30	0,18 MΩ
R25, R32	10 Ω
R26, R27, R33, R34, R37	56 Ω



Obr. 3.2. Mf modul, rozmístění součástek (pohled ze strany spojů). Souosý kabel 50 Ω s teflonovou izolací, plášť připájet ke krabičce. UZ07: vývody 2, 3, 4, 7 duté nýtky: propájet obě strany, vývod č. 1 označen tečkou na pouzdru. PIN2 má být označen + 9 V; mezi spojem C1, D5 a PIN1 je rezistor R1, na jehož vývodu blíže PIN1 je navlečena FP7

R28, R41	0,33 MΩ
R29	0,68 MΩ
R35	0,15 MΩ
R36, R40, R44	47 KΩ
R39, R48	220 Ω
R42	82 Ω
R45	8,2 kΩ
R49	15 kΩ
R52	0,82 MΩ
R53	100 kΩ

Cívky

Na kostrách TESLA Pardubice s krytem, kryt připájen k zemní fólii

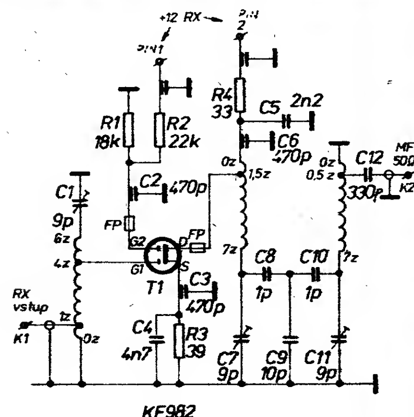
L1 – 6,75 závitu, L2 – 19,5 z, L3 – 39,75 z, L4, L5, L6 – 19,75 z, všechny drátem o ∅ 0,3 mm CuL, orientace vývodů podle obr. 3.2. (L3 vinout ve 2 vrstvách)

Feritové materiály – viz obr. 3.1.

UZ07	vyvážený směšovač ZTS Dubnica
Odporové trimry (TP 009, 012, 112, 113, 095)	
P1	2,2 kΩ
P2	1 kΩ
P3	47 kΩ

Modul RX-4

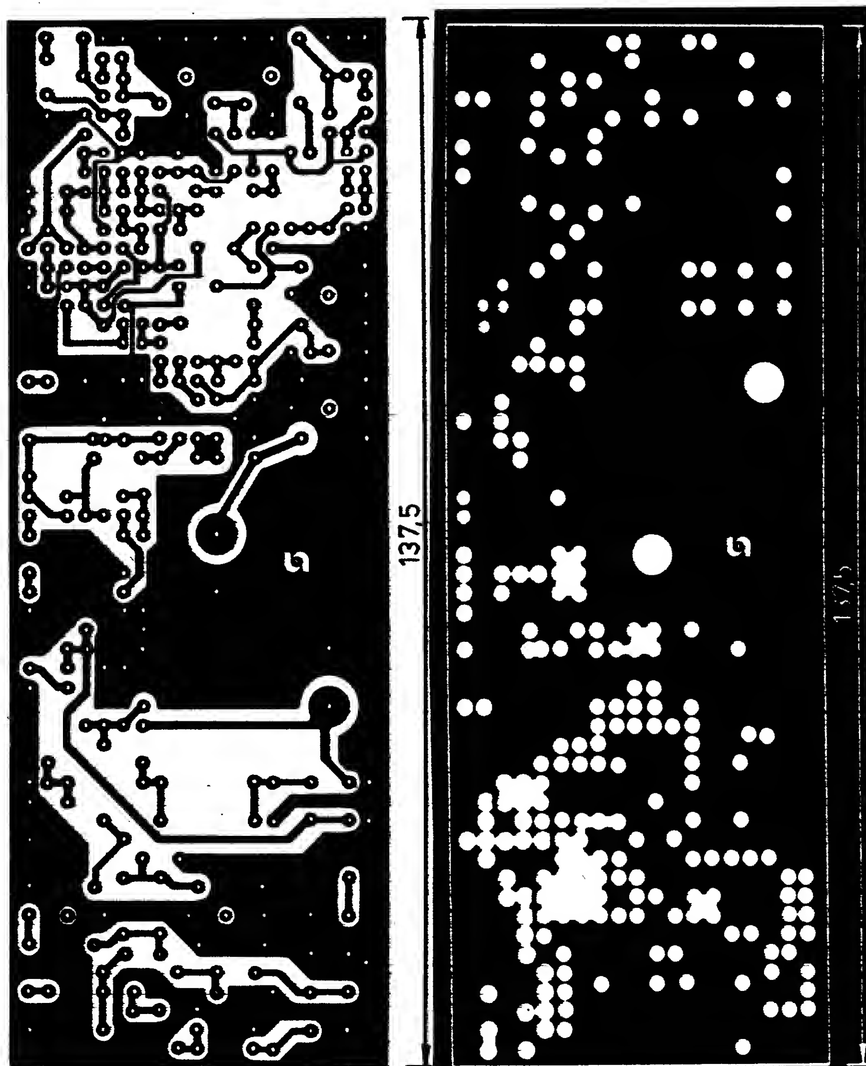
Vstupní část přijímačové cesty TCVRu „Modul RX-4" je sestavena v krabičce z měděného plechu tl. asi 0,5 mm podle obr. 4.2, schéma zapojení a popis cívek a tlumivek je na obr. 4.1. Je možné použít i tenký kuprex-



Obr. 4.1. Vstup RX

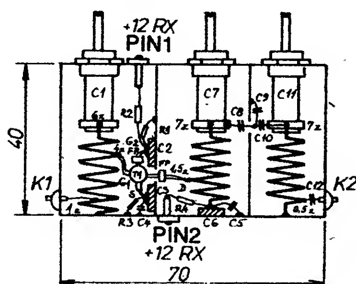
T1	KF982 (KF907, KF910, BF981)
L1	6 z drát CuAg ∅ 1 mm na ∅ 8 mm, délka vinutí 20 mm, odbočka 1 z (ANT), 4 z (G1)
L2	7 z drát CuAg ∅ 1 mm na ∅ 13 mm, délka vinutí 15 mm, odbočka 1,5 z (D)

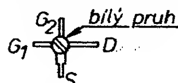
Obr. 3.3.a) Mf modul, dvoustranná deska plošných spojů X75. Skutečný rozměr 137,5 × 50 mm, cívková tělíska TESLA Pardubice



Obr. 3.3.b) Mf modul, deska X75, strana součástek, skutečný rozměr 137,5 × 50 mm

L3	7 z drát CuAg ∅ 1 mm na ∅ 13 mm, délka vinutí 15 mm, odbočka 0,5 z (mf)
C1, C7, C11	WK 701 05 – 9 pF
C2, C3, C6	bezvývod. kondenzátory (terčové) 470 pF až 1 nF, TK 621, TK 661, v nouzi TK 724, TK 725, vývody 1 mm
FP	toroidy H20 ∅ 2,5/1,5 × 1, obj. č. 205 516 300 002, navléci na vývod G2 a D
PIN1, PIN2	průchodkový kondenzátor pájecí 470 pF až 2,2 nF TK 564 aj.
K1, K2	konektor SMC, BNC – v nouzi skleněná průchodka





Obr. 4.2. Vstup RX. Krabička: Cu plech 0,5 mm vč. přepážek, výška 20 mm, rozměry jsou vnitřní. Možno použít tenký kuprextit, fólie dovnitř. V přepážkách jsou otvory ∅ 4 mm pro T1 (D) a pro C8 (podle obr.). Dno: každý rezonátor uzavřít samostatně, připájet víčka po celém obvodu, materiál Cu plech tl. 0,5 mm; 1 ks 20 × 40 mm, 2 ks 25 × 40 mm. Železný (pocínovaný) plech zhoršuje jakost obvodů, proto nedoporučuji používat. KF982, KF910, BF981 aj., nepájet pistolovou páječkou, neboť se tím poškodí a zhorší se jejich šumové vlastnosti

C4	4,7 nF TK 724, TK 725
C5	2,2 nF TK 724, TK 725
C8, C10	1 pF TK 656
C9	10 pF TK 656 nebo lépe průchodka 10 pF TK 554
C12	330 pF TK 725, TK 626
R1	18 kΩ
R2	22 kΩ
R3	39 Ω
R4	33 Ω

(všechny R alespoň TR 221 apod.)

tit. Železný pocínovaný plech je nevhodný – snižuje *Q* rezonančních obvodů.

Elektrické zapojení je standardní s použitím pásmové propusti na výstupu. Podobná zapojení lze najít v literatuře [12, 14, 15, 1].

Při uvádění do chodu se naladí všechny obvody na maximum. Znovu upozorňuji, že tranzistory MOSFET nelze pájet pistolovou páječkou!!! Vždy jen páječkou bez rozptylového elmag. pole; pistolová páječka dokáže poškodit strukturu tranzistorů, což se projeví zhoršenými šumovými vlastnostmi.

Na místě T1 lze použít i známý tranzistor BF981. Ten se však v naší obchodní síti nevyskytuje.

Zapojení **není určeno** pro tranzistory GaAsFET. Zde by bylo třeba změnit zapojení přizpůsobení vstupního obvodu k anténě na kapacitní vazbu kondenzátorovým trimrem z anténní svorky rovnou na živý konec L1 a (ve většině případů) snížit napájecí napětí i napětí pro G2, a laděné obvody na výstupu nahradit širokopásmovém vf transformátorem.

Modul TX-5

Zpracovává signál, přicházející z „VCO-10“, tj. kmitočet 135 až 136 (137) MHz a úplný signál SSB na kmitočtu 9 MHz z jednotky „Mf modul, AVC-3“.

Oba signály se směšují ve vyváženém směšovači T4, T5 (KF907). Obvody Tr2, L1, L2, L3 jsou navrženy tak, aby pokryly s rezervou požadované kmitočtové pásmo 144 až 145 MHz. Při použití TCVRu pro celé pásmo 144 až 146 MHz by bylo vhodné zmenšit C3 na hodnotu asi 18 pF. Tím se zvětší vazba mezi L1 a L2 na mírně nadkritickou, s poklesem asi –2 dB na koncích pásma.

V zapojení podle obr. 5.3 je šířka pásma na výstupu asi 1,5 MHz pro pokles asi –1 až –2 dB.

Je třeba pečlivě dodržet všechny navíjecí předpisy a velikosti kapacit, uvedené u schématu.

Tranzistory T4 a T5 je vhodné vybrat se stejným klidovým proudem a strmostí (spojit obě hradla s elektrodou S a měřit proud v elektrodě D při napětí U_{DS} asi 12 V. Poté zařadíme do obvodu rezistor asi 100 Ω a měříme opět proud v D. Oba tranzistory by měly být pokud možné stejné)

Při oživování pak potenciometry P2 a P3 vybalancujeme zbytek nosné (135 MHz) na co nejlepší potlačení.

Pro zamezení průniku produktu 135 MHz přímo na výstup musí být na spodní straně modulu TX-5 připájena stínicí přepážka – obr. 5.1, 5.3.

Celý „Modul TX-5“ má na výstupu K2 potlačení nežádoucích produktů lepší než – 60 dB.

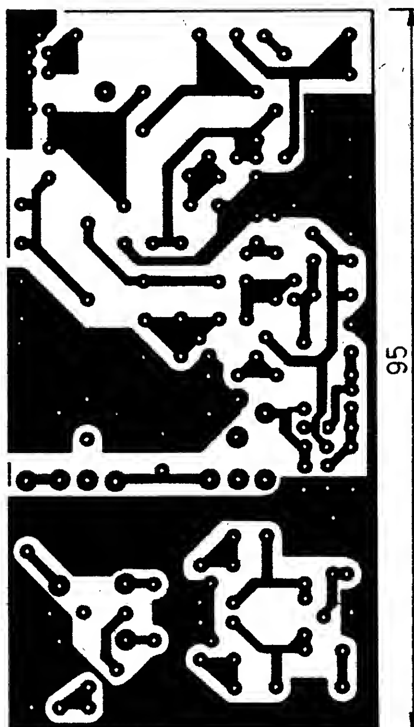
Tranzistor T1 má v G2 regulaci vf výkonu, která pracuje v rozmezí více než 26 dB (plný výkon 0,3 W až asi 0,5 mW). Plynulá regulace je nezbytná pro správné výkonové přizpůsobení následujících zesilovačů, které jsou za „PA-6“, tj. za výstupním zesilovačem TCVRu.

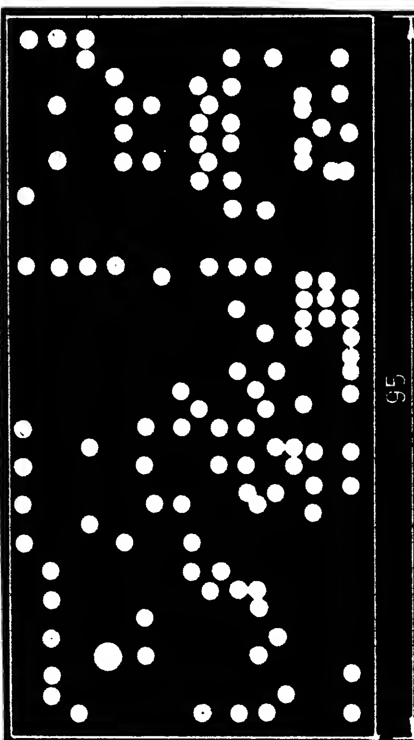
Obvod L3 v elektrodě D T1 se ladí roztahováním a stlačováním vinutí. Obvody přizpůsobení zátěže v T2 a T3 ladíme samozřejmě od konce, tj. nejprve C24, C25, poté C15, C16. Jako zátěž lze použít rezistor 56 Ω, stačí TR 151 apod. Při změně výkonu potenciometrem P1 nesmí nastat změna výkonu skokem (znak kmitání zesilovače), ale vždy plynule.

Při oživování nastavíme klidový proud T3 podle pokynů na obr. 5.3. Pozor na zkraty u trimrů P3 a P4 na kostru – používat izolovaný nástroj (kousek laminátu). Při zkratu na kostru při vybuzení je pravděpodobné, že „odejde“ T4 nebo T5. Dioda D2 má tepelný kontakt s chladičem T3. Dioda je vmáčknuta mezi chladicí žebra T3 a tepelné spojení zajistí trocha silikonové vazelíny (ke koupi v rybářských potřebách). Chladič prodávají i prodejny TESLA-ELTOS.

Na místě T2 nedoporučuji používat jiný typ tranzistoru nežli uvedený KF630D. Zkoušel jsem KSY71, ale zmenšila se dynamika a maximální použitelný výkon byl asi 100 mW!.

Celý „Modul TX-5“ musí být nastaven tak, aby zbytečně nezkresloval. Při změně zisku potenciometrem P1 musí být regulace hladká, bez skoků. Rovněž při změně buzení (promodulováním signálu SSB) musí být změna úrovně lineárně úměrná výstupnímu výkonu!





Obr. 5.1. TX – 5, deska plošných spojů X76. E_{T3}: na straně fólie připájet terčový kondenzátor, propojit drátem – vývodem emitoru na R15, R16, C22 na straně fólie. Na T3 použít chladič ∅ 20 mm. Zemnicí spoje propájet na obou stranách desky

Modul TX-5

Polovodičové součástky

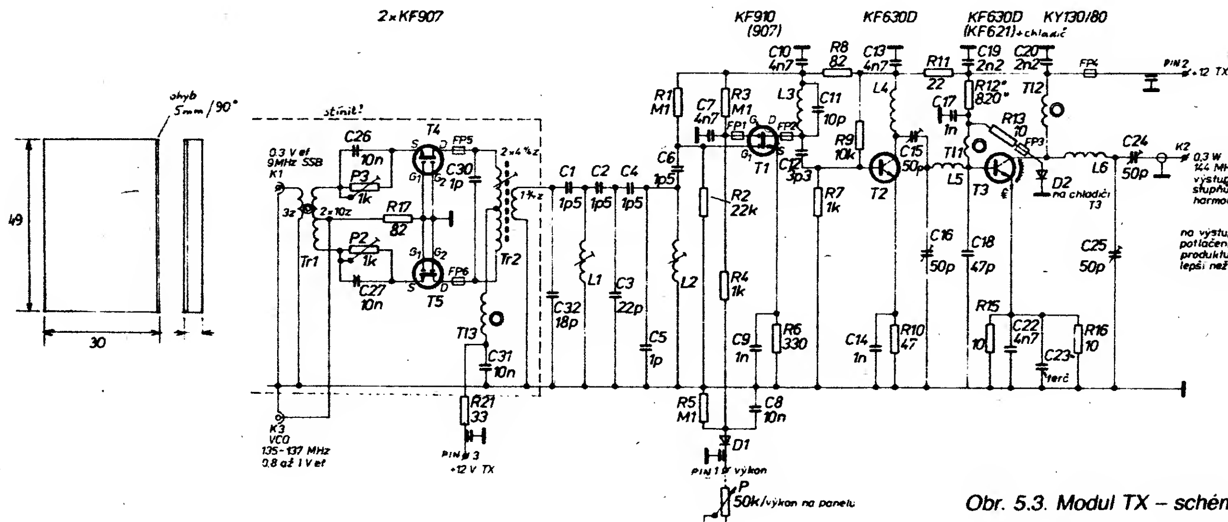
T1	KF910 (907)
T2	KF630D (nepoužívat KSY71 apod.!)
T3	KF630D (621) s chladičem (TESLA)
D1	KA261 apod.
D2	KY 130/80 (vybrat podle obr. 5.3.)

Ferity a cívky podle obr. 5.3.

Potenciometr P1, 50 kΩ/N, TP 162, na panelu (tahový spínač se po vyjmutí pružiny změní na přepínač), viz obr. 13.1, 15.2 až 15.4.

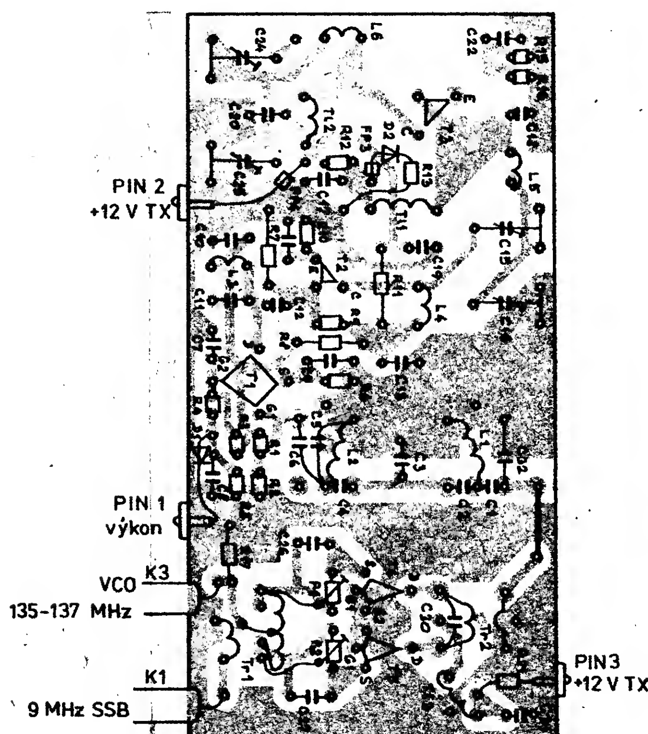
Rezistory (0,25 W, miniat.)

R1, R3, R5	100 kΩ
R2	22 kΩ
R4, R6	330 Ω
R7	1 kΩ
R8, R17	82 Ω
R9	10 kΩ



Obr. 5.3. Modul TX – schéma

Tr1	toroid N02 ∅ 6,8/4,1 × 2,5, obj. č. 205 532 300 011, 2 × 10 z bifilárně, drát ∅ 0,2 mm CuL, 3 z vazební ∅ 0,2 CuL
Tr2	kostra TESLA Pardubice, jádro N01 ∅ 3,65 × 0,5 × 8, obj. č. 205 531 304 650, 2 × 4¼ z drát ∅ 0,3 CuL, 1¾ z vazeb. vinutí kolem odbočky, drát ∅ 0,3 CuL
Tl1, Tl2	trubka H18 ∅ 3,5/1,3 × 5 – 2 z ∅ drátu 0,3 mm, obj. č. 205 515 302 500
Tl3	12 z drátu ∅ 0,2 mm na toroid H20 ∅ 4/2,4 × 1,6, obj. č. 205 516 300 003
R12	změnou hodnoty nastavit I_E u T3 asi na 30 mA bez buzení (R12 680 Ω až 1,2 kΩ; nejde-li nastavit 30 mA, použít diodu D2 s větším napětím v propustném směru)
FP1, FP2, FP5, FP6	toroid H20 ∅ 2,5/1,5 × 1, ∅ 2,5/1,5 × 1, navléci na G2 a D, obj. č. 205 515 302 500
FP3, FP4	trubka H18 ∅ 3,5/1,3 × 5, navléci na vývody, obj. č. 205 515 302 500
C15, C16, C24, C25	WN 704 25 50 pF nebo WN 704 19 60 pF
C23	TK 621 470 pF, příp. TK 661 330 pF až 2,2 nF (pájet ze strany součástek na zem)
PIN1, PIN2	pájecí průchodkový kondenzátor 470 pF až 2,2 nF (TK 564 aj.)
L1 = L2	Kostra TESLA Pardubice, jádro N01P ∅ 3,65 × 0,5 × 8, obj. č. 205 536 304 600, 6,5 z drát ∅ 0,3 mm CuS
L3	samonosná, doladit roztahováním závitů – 5 z na ∅ 6 mm, drát ∅ 0,3 mm
L4, L5	drát ∅ 0,3 mm
L6	drát ∅ 0,6 mm



Obr. 5.2. Rozložení součástek na desce X76 TX – 5. Tr2, L1, L2 jsou s krytem

R10	47 Ω
R11	22 Ω
R12	820 Ω (asi), viz obr. 5.3.
R13, R15, R16	10 Ω
R14, R18, R19, R20	– nepoužit
R21	33 Ω
P2, P3	trimr 1 kΩ, TP 009

Kondenzátory

PIN1 až PIN3	pájecí průchodk. kondenzátor 470 až 2200 pF, např. TK 564
C1, C2, C4, C6	1,5 pF, TK 656 (754, 755)
C3	22 pF, TK 656 (755)
C5, C30	1 pF, TK 656
C7, C10, C13	4,7 nF, TK 724 (725)
C8, C26, C27, C31	10 nF, TK 724
C9, C14, C17	1 nF, TK 724
C11	10 pF, TK 656 (755)
C12	3,3 pF, TK 755 (656)
C15, C16, C24, C25	50 pF, WN70425, nebo 60 pF, WN70419
C18	4,7 pF, TK 754 (755)
C19, C20	2,2 nF, TK 724 (725)
C21	– neosazen
C22	4,7 nF, TK 724 (725)
C23	470 pF, TK 621 (661), pájet ze strany součástek na zemní fólii

Stínicí přepážka obvodů směšovače T4 a T5 je na obr. 5.3 vlevo. Materiál: Fe plech Sn, Cu plech, tl. 0,6 mm. Přepážka je připájena na desku TX-5 (X76) tak, aby zakrývala obvody směšovače.

Modul PA-6

Pro zesílení výkonu TCVRu lze použít velmi pěkně zpracovaný výkonový zesilovač, popsaný OK1VPZ ve sborníku Klínovec 1987 (viz [3] str. 59). Jedná se o PA ze zařízení Sněžka podniku Elektronika, s jehož svolením OK1VPZ – jakožto autor konstrukce – uveřejnil popis i zapojení desky plošných spojů (obr. 6.2, 6.3, 6.4).

PA Sněžka o rozměrech 85 × 65 mm se přišroubuje na chladič za výkonové tranzistory. Kolem PA je – jako u ostatních dílů – rámeček z pocínovaného plechu výšky 30 mm. Chladič o rozměrech 90 × 80 mm (šxv) se připevní distančními sloupky k zadní části šasi na levou stranu.

Mezi chladič a PA se vloží zakrytovaná krabička (opět stejný plechový rámeček, navíc se dnem i víkem), která obsahuje dolní propust a reflektometr stejného autora (obr.

6.5, 6.6), vše je opět podrobně popsáno ve sborníku |3|, str. 114.

Mezi TCVR Fantom a PA je třeba pro srovnání výkonových úrovní vložit útlumový člen asi 8 dB. Protože se jedná o výkon set miliwattů, stačí jej realizovat např. z rezistorů TR 151. Jejich hodnoty nejsou kritické, protože se TCVR i PA naladí dohromady. Naopak reálný charakter zátěže TCVRu pozitivně ovlivňuje linearitu. Jednoduchý výpočet ještě zjednoduší nahlédnutí do lit. |10|. Pro impedanci 50 Ω vycházejí hodnoty 150 Ω a 56 Ω. Elektrické propojení je uvedeno na obr. 6.1.

Z reflektometru je možno vyvést informaci o výstupním a odraženém výkonu na měřidlo S-metru. Nastavení výchylky měřidla umožňují trimry v cestě postupného a odraženého napětí.

Zapojením PA získáme kompaktní TCVR, který podle osazení PA dodá výkon 5 až 8 W, jež je plně dostačující pro buzení dalších stupňů, elektronkového PA s RE025XA, atd.

Potlačení harmonických kmitočtů je zajištěno dolní propustí, takže TCVR svým výstupním spektrem **zcela vyhovuje radiokomunikačnímu řádu i Povolovacím podmínkám.**

Nf oscilátor – 7

Slouží ke klíčování při provozu CW. Zapojení bylo uveřejněno v AR |7| ve verzi TTL, neboť se v tehdejší době ještě v ČSSR obvody CMOS nevyskytovaly.

L1, L2, L3	viz obr. 6.3., drát ∅ 1 mm CuAg na ∅ 9 mm
Tl1, Tl2, Tl6	2 z ∅ 0,3 CuL na trubce H18 ∅ 3,5 × 5
Tl3 (Tl4)	10 z (20 z) ∅ 0,5 CuL na ∅ 3 mm
Tl5	18 z ∅ 0,3 CuL těsně na rezistor 820 Ω TR 151

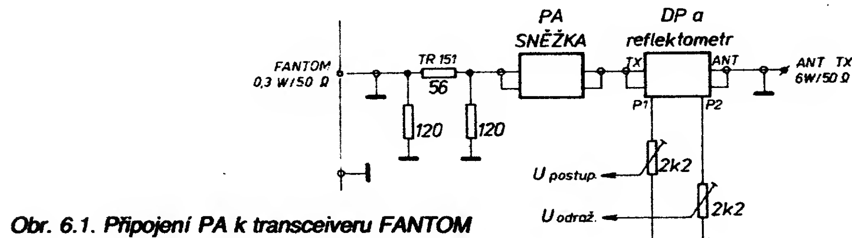
Pozměněná verze v provedení CMOS je uvedena na obr. 7.1. Dolní propust pro tvarování signálu zůstává osazena OZ MA1458 (IO3).

Generátor s IO1 (MHB4030) kmitá na dvojnásobném kmitočtu, než-li je výstupní (PIN 3).

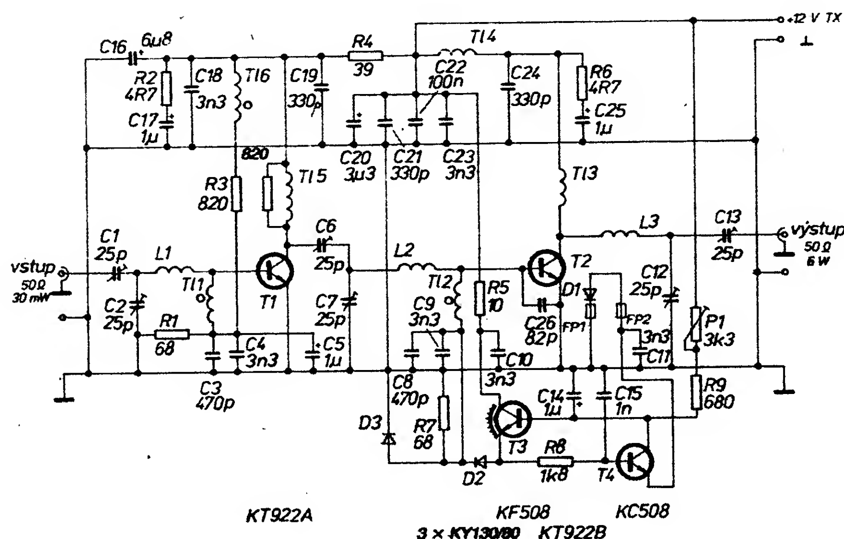
Jeho kmitočet se nastaví (čítačem) asi 1700 Hz, aby výsledný tón byl shodný se středním kmitočtem pásmové propusti filtru CW v „Modulu nf – 1" (asi 850 Hz). Na výstupu nf klíčovače (PIN 3) se kontroluje osciloskopem tvar signálu. Musí se co nejvíce blížit sinusoidě.

Části (čtvrtiny) IO1 a IO2-MHB4013 jsou využity pro klíčování generátoru při průchodu signálu nulou.

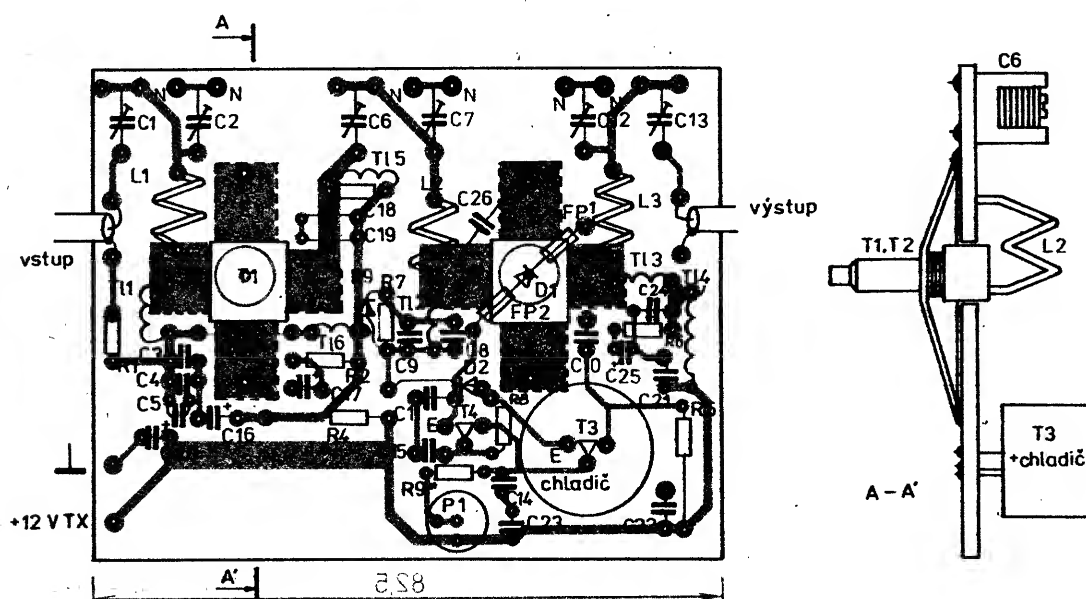
Zbytky nosného kmitočtu se kompenzují trimrem P2. (Sluchátka na nf vývod 3, trimrem P2 nastavit minimum při rozepnutém klíči.).



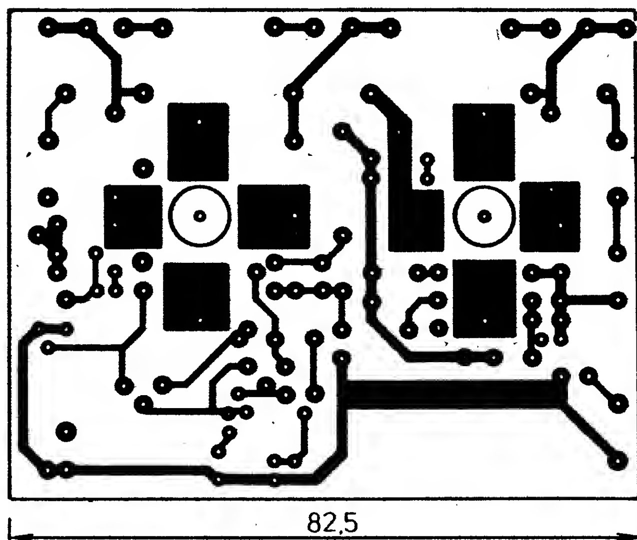
Obr. 6.1. Připojení PA k transceiveru FANTOM

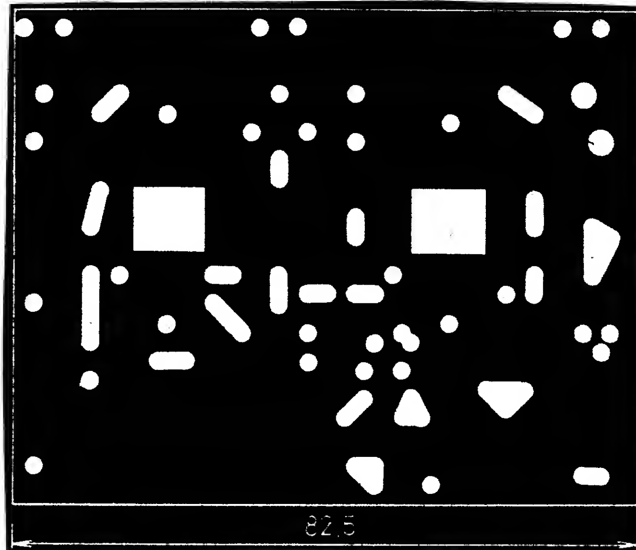


Obr. 6.2. Schéma PA „Sněžka". Proti zapojení, zveřejněnému ve sborníku Klínovec 87, není použito relé, jsou upraveny hodnoty R3, R8, R9 a PA je napájen napětím + 12 V TX

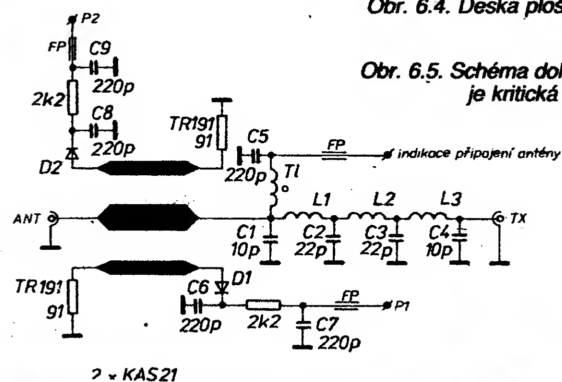


Obr. 6.3. Rozmístění součástek PA „Sněžka" na desce X77. T1, T2, D3, C26 pájet ze strany spojů, vývody T1, T2 zkrátit na 10 mm. Do míst označených N nýtovat dutý nýt Ms ∅ 2 × 3, ČSN 02 23 80.10 a zapájet z obou stran



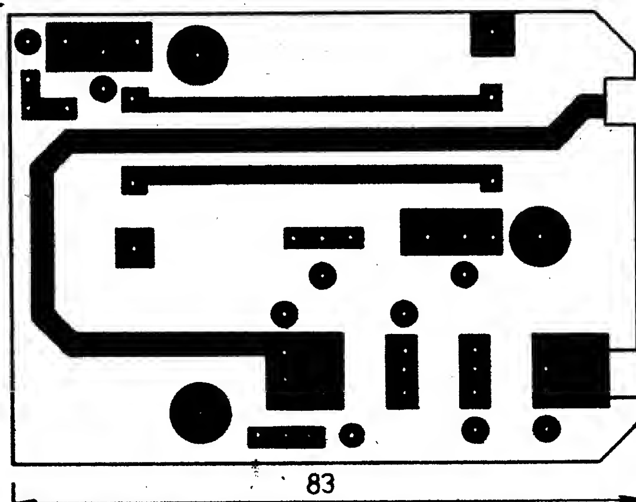


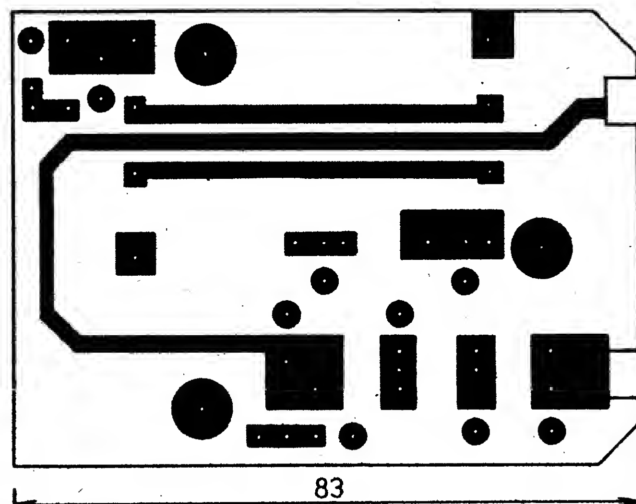
Obr. 6.4. Deska plošných spojů PA Sněžka X77 (dvoustranná)

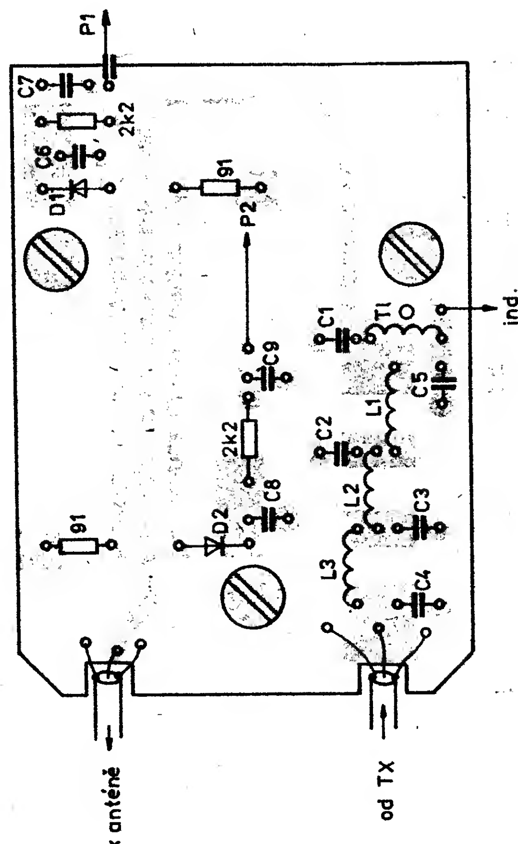


Obr. 6.5. Schéma dolní propusti a měřiče ČSV. Hodnota zakončovacích rezistorů TR 191 je kritická a je nutno ji vybrat podle nejlepší směrovosti odbočnice

L1, L2, L3	4 z CuAg drát ∅ 1 mm na ∅ 6 mm
C1, C4	10 pF
C2 a C3	22 pF
C5 až C9	220 pF TK 754
Tl	tlumivka 5 z drát CuL ∅ 0,15 mm
FP	trubka H18 ∅ 3,5 × 5 mm, navlečená na vývodu
D1, D2	KAS 21, HP2800 apod.



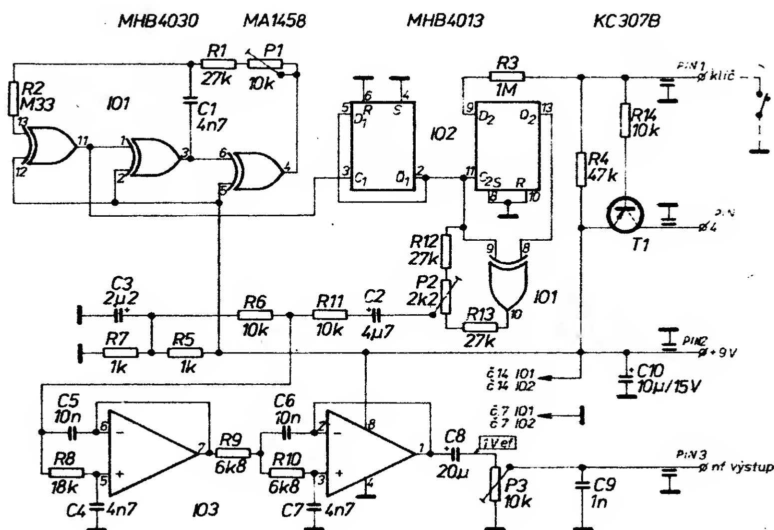




Obr. 6.6. Deska plošných spojů X78 (nahoře, pro 50Ω) a X79 (dole, pro 75Ω) dolní propusti a měřice ČSV. Všechny součástky jsou pájeny ze strany fólie (oboustranně plátovaná deska), otvory pro součástky zapustit vrtákem ∅ 3 mm. (Osazení stejné pro 50 i 75 Ω)

Potřebná výstupní úroveň pro vybuzení vysílacího řetězce se nastaví trimrem P3. Volit raději menší vybuzení nežli přebuzení!

Uvedené zapojení umožňuje klíčování rychlostmi přes 2000 LPM (znaků za minutu) pro provoz MS (Meteor Scatter).



Obr. 7.1. Nf oscilátor – 7

Nf oscilátor, 7

Polovodičové součástky

IO1	MHB4030 (EX/OR), typ SSSR K561LP2
IO2	MHB4013 („D"), K561TM2
IO3	MA1458
T1	KC307B (PNP)

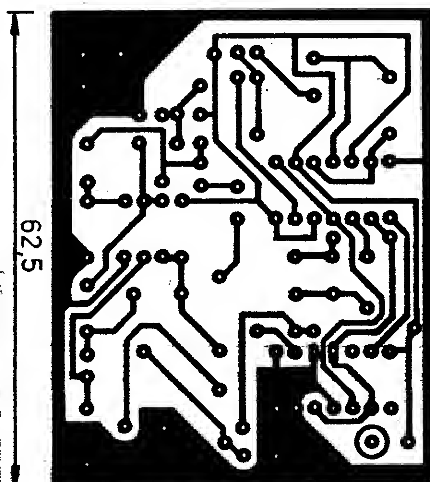
Rezistory a trimry (miniat.)

P1, P3	10 kΩ, TP 009 (012, 112, 113)
P2	2,2 kΩ, TP 009
R1, R12, R13	27 kΩ
R2	0,33 MΩ
R3	1 MΩ
R4	47 kΩ
R5, R7	1 kΩ
R6, R11, R14	10 kΩ
R8	18 kΩ
R9, R10	6,8 kΩ

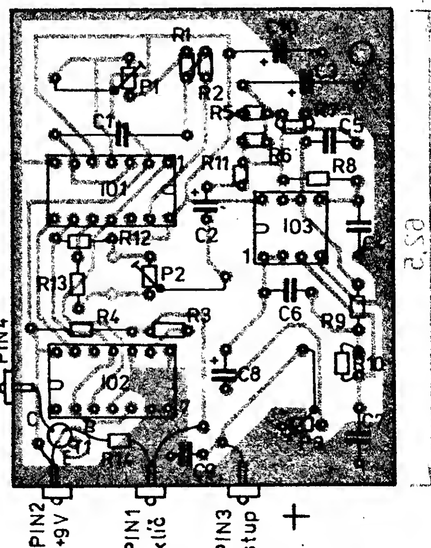
Kondenzátory

C1, C4, C7	4,7 nF, TC 343 (218) – ne keramický!
C2	4,7 μF, TE 134
C3	2,2 μF, TE 133
C4, C7	1 nF, typ jako C1
C5, C6	10 nF, typ jako C1
C8	22 μF, TE 134
C9	1 nF, TK 754
C10	20 μF, TE 004
PIN1 až PIN4	pájecí průchodkové kondenzátory 470 až 2200 pF, TK 564 apod.

IO1	MHB4030, K561LP2 (exclusive or)
IO2	MHB4013, K561TM2 ("D")
PIN1, až PIN4	průchodkový kondenzátor 470 pF až 2,2 nF (např. TK 564 aj.)
T1, R14	montáž poblíž PIN1, 2, 4 mimo desku plošných spojů



Obr. 7.2. Nf oscilátor, deska X80



Obr. 7.3. Nf oscilátor, rozmístění součástek na desce X80

Stabilizátor – 8

Československý elektrotechnický průmysl statečně ignoruje volání konstruktérů po některých základních součástkách. Dlouhá léta byly např. tabu tranzistory J-FET (tč. by teoreticky měla být na trhu řada KS4391-3).

Dalším takovým nepochopitelným jevem je absence univerzálních stabilizátorů napětí. V plastiku, pro kladnou i zápornou polaritu, miniaturní i pro větší proudy. V zahraničí jsou jich desítky typů pro nejrůznější napětí.

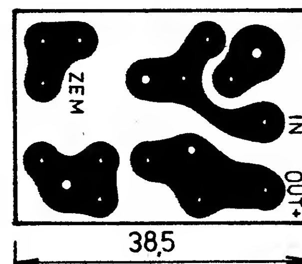
Našim konstruktérům nezbývá než používat nešikovné MA78..s příp. děliči pro jiná napětí, nebo složitá zapojení s MAA723. Pro FANTOM jsem pro stabilizátor 9 V zvolil zapojení podle obr. 8.1 až 8.3.

Je však třeba – kus od kusu – ověřit, zda dělič R1, R2 vyhoví i pro váš MA7805 (rozptyl tolerancí). Pozor, neměnit však příliš hodnoty R1, R2, jinak se se zátěží mění výstupní napětí – ověřit měřením bez a se zátěží (rezistorem 10 Ω). Pozor rovněž na to, že obvody TESLA často kmitají – blokování C1, C2 a C3 je nezbytné.

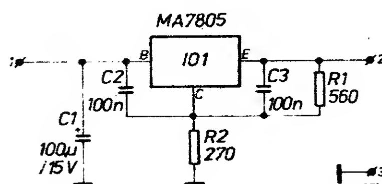
Nedoporučuji použít zapojení s MAA723 – pro výstupních 9 V potřebuje nejméně 12 V na vstupu, kdežto MA7805 se spokojí již s 11 V (viz katalogy [17]).

IO1 je umístěn na chladiči izolovaně.

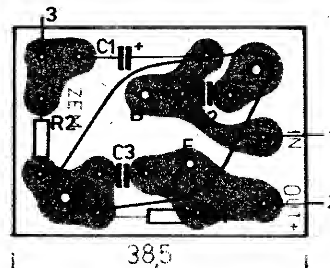
Na zadním panelu TCVRu je umístěn ochranný obvod proti přepólování – viz obr. 8.4. Tyto dvě součástky spolehlivě ochrání TCVR při případném přepólování napájecího napětí. Nepodceňujte tuto drobnost a obvod do TCVRu vestavte. Vyplatí se to!



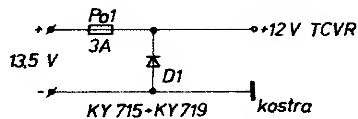
Obr. 8.2. Deska plošných spojů X81 stabilizátoru. Jednostranně plátovaná deska, pájí se přímo na vývody IO1. Pouzdro IO1 (kolektoru) je propojeno s touto deskou šrouby a matkami M3



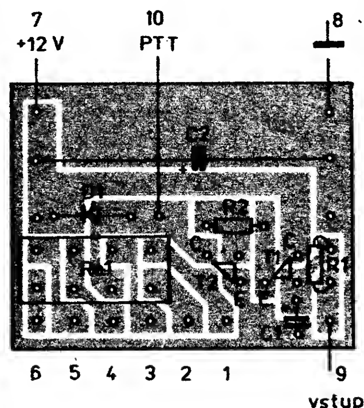
Obr. 8.1. Stabilizátor 9 V. IO1 je přišroubován izolovaně na chladiči (slídová podložka, šrouby s izolovanými podložkami atd.)

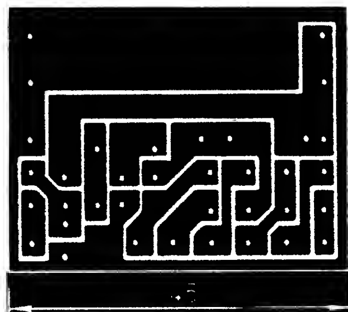


Obr. 8.3. Rozmístění součástek na desce X81. Součástky jsou pájeny ze strany spojů. Vrtat pouze 4 otvory pro IO1 (ostatní nejsou třeba)



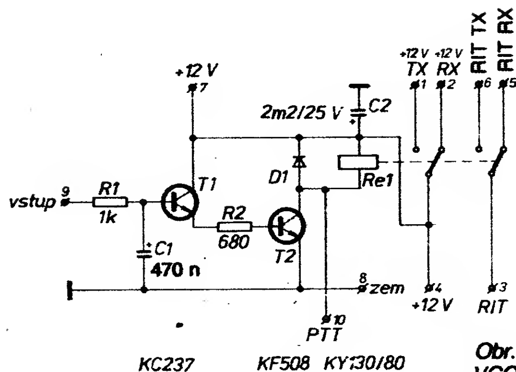
Obr. 8.4. Ochranný obvod proti přepólování. Na svorkách je ve skutečnosti napětí 13 až 13,5 V podle napětí akumulátorů nebo síťového zdroje. Svorky i pojistka Po1 jsou umístěny na zadním panelu transceiveru. Dioda D1 (KY715 až KY719, I = 20 A) chrání transceiver proti přepólování, při připojení napětí opačné polarity se přepálí Po1. Anoda diody je přišroubována ke kostře v blízkosti napájecích svorek



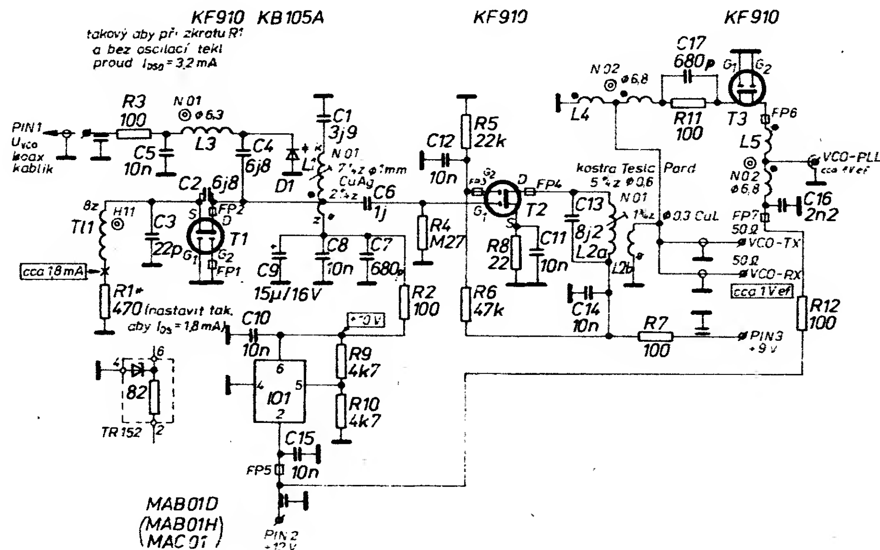


Obr. 9.1. Deska plošných spojů X82 „Relé RX/TX". Ve vývodech 1 až 10 jsou zasazena pájecí oka

C1	0,47 µF, TE 135, TF 007 aj.
C2	2200 µF TE 675B
T1	KC237
T2	KF 508
D1	KY130/80
Rel	QN59925

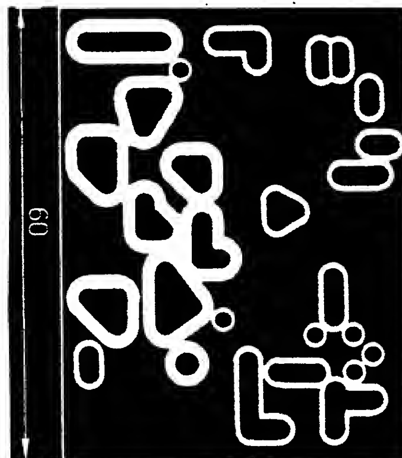


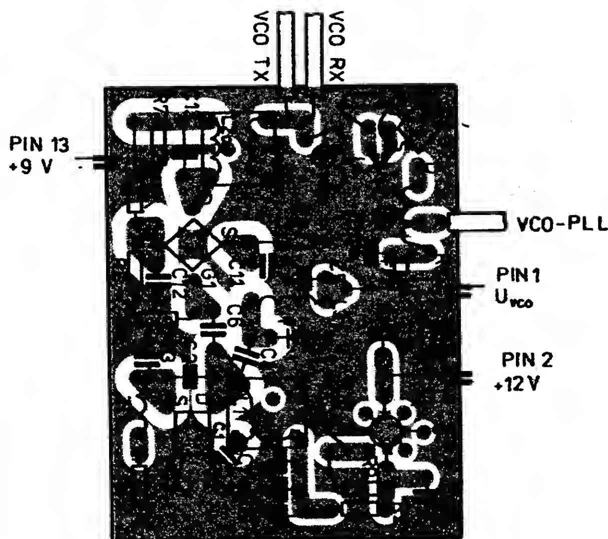
Obr. 9.2. Relé RX/TX – schéma



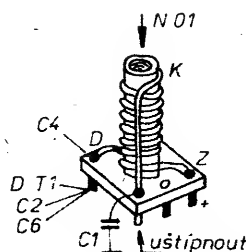
Obr. 10.1. VCO FANTOM 89. Varianta, při níž je vypuštěn IO1, R9, R10: Mezi uvolněné vývody 6 a 2 se zařadí rezistor TR 152 82 Ω, z uvolněného vývodu 6 je vedena dioda KZ260/10 na zem (4); katodou na vývod 6

Tl1	toroid Ø 4 mm H11 Ø 4,5/2,5 × 3, 8 z Ø drátu 0,25 CuL (obj. č. 205 512 300 000) nebo H20 Ø 4,5/2,5 × 3, 8 z Ø drátu 0,25 mm (obj. č. 205 512 300 003)
L1, L2	viz obr. 10.2., 10.3. (bez krytu)
L3	toroid N1 Ø 6,3/3,8×2,5, 25 z Ø 0,2 mm na 3/4 toroidu (obj. č. 205 534 300 004) nebo N05, N02 Ø 6,3 mm; nepoužívat materiály H (L ≐ 20 až 30 µH)
C9	musí být použit tantalový kondenzátor (15 µF/16 V, TE 123)
FP1 až FP7	feritová perla – toroid H20 Ø 2,5/1,5 × 1 (obj. č. 205 516 300 002)
L4, L5	toroid N02 Ø 6,8 mm (obj. č. 205 532 300 011), 2 × 7 z × 0,35 mm CuL bifilárně (podobně, jako je vinut Tr1 a Tr2 v „Mf modulu – 3", viz obr. 3. 1. a), ale použít jen dva vodiče; nebo N05 Ø 6,8 mm



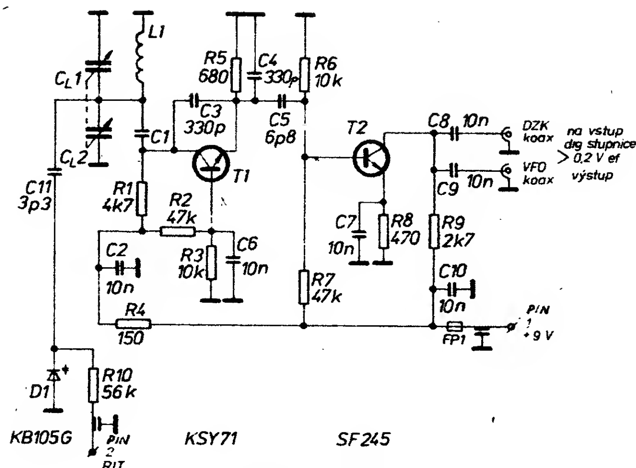


Obr. 10.2. Deska plošných spojů X83 VCO – 10. Součástky jsou pájeny ze strany spojů. VCO je uzavřeno v krabičce z mosazného plechu tloušťky 0,8 až 1,5 mm (nebo ze silného kuprextitu), výška bočnic v = 35 mm. Deska s plošnými spoji je zapájena spodním okrajem 5 mm nad dno krabičky. Ostrůvky spojů v okolí T1 a L2 jsou odděleny mezerou alespoň 2 mm od zemnicí fólie (minimální parazitní kapacita)



Obr. 10.3. VCO – cívka L1. Jádro musí být ze strany šipky, nikoliv u desky s plošnými spoji (mělo by vliv na Q cívky). Dbát na maximální Q!

L1	7 1/4 závitu z drátu ∅ 1 mm CuAg na trnu ∅ 5,7 mm a našroubovat na kostřičku ∅ 6 mm (TESLA Pardubice), mezery mezi závity asi 0,5 mm; odbočka: 2 1/4 z, max. 2 1/2 z



Obr. 11.1. VFO – 11

L1	bez jádra
T1	KSY71
T2	SF245
D1	KB105G
C_{L1}, C_{L2}	ladicí kondenzátor z RF11 (QN 705 38)
FP1	trubka H18 ∅ 3,5/1,3 × 5, obj. č. 205 515 302 500, navléci na vývod PIN1
C1	39 pF + 4,7 pF paralelně

Kmitočty VFO
pro přeladění 2,175 až 2,675 MHz:
(X1 = 26,565 MHz v jednotce PLL – 12)
L1 ≐ 65 μH, asi 83 z drát ∅ 0,3 mm na ∅ 10 mm divoce, šířka vinutí asi 13 mm;
pro přeladění 2,425 až 2,925 MHz:
(X1 = 26,515 MHz v jednotce PLL – 12)
L1 ≐ 50 μH, asi 72 z drát ∅ 0,3 mm na ∅ 10 mm divoce, šířka vinutí asi 12 mm

Relé RX/TX – 9

Obvod slouží k ovládání TCVRu – příjem/vysílání.

Při SSB je přepínáno rovnou relé Re1 kontaktem PTT (ruční tlačítko na mikrofonu).

Při CW se nabíjí C1 přes R1 a jejich časová konstanta určuje dobu přidržení polohy TX.

Kontakty relé ovládají napětí ze zdrojů.

Použité relé je QN 599 25 (13,5 V). Lze samozřejmě použít libovolné jiné relé (LUN, Mechanika Teplice apod.) s příslušným počtem kontaktů. Pak je třeba změnit i obrazec plošného spoje.

Kontakty 3, 5, 6 slouží pro přepínání obvodů RITu.

VCO – 10

Klíčovým obvodem, určujícím výsledné šumové spektrum celého TCVRu, je VCO. O tom, jak je správně udělat, bylo napsáno velmi mnoho (viz literatura [18, 19, 20, 21, 22]).

Shrnutí předešlých poznatků s aplikací na čs. součástkovou základnu přináší článek Ing. Maška, OK1DAK ve sborníku Klínovec'86 [23].

Jsou zde uvedeny poznatky a detailní rozbor problematiky spolu s výsledky měření na speciálním pracovišti. Poznatky OK1DAK byly plně akceptovány při volbě vhodného VCO pro FANTOM. Množství vlastních experimentů, jež jsem realizoval s obvody a zahraničními polovodiči podle [18 až 22] potvrdilo, že VCO s domácími KF907 je prakticky rovnocenné (tj. jen o málo horší), jako obvody se vpalovanými cívkami a tranzistory J310, P8002, U310 atd. [20]. Proto jsem se rozhodl pro zapojení, uvedené na obr. 10.1 až 10.3. Při praktické realizaci je bezpodmínečně nutné dodržet všechna doporučení zde uvedená včetně výběru součástek, cívek a tlumivek. Jakékoliv neopatrné zásahy výsledek jen zhorší. A možnost objektivně změřit spektrální čistotou, natož s obvody laborovat, má jen málokdo.

Rovněž nastavování na pásmu poslechem, příp. podle posudku druhých, je naprosto pochybné. Co jeden prohlásí za velmi špatné, jiný vychválí za vynikající. Jedinou možností, jak získat subjektivní názor, je porovnání dvou či několika zařízení, ovšem za týchž podmínek (na jednom stole, s jednou anténou a pokud možno současně).

Proto je třeba dodržet všechna doporučení podle popisu. Uvedené VCO může kmitat v rozsahu 135 až 137 MHz; budeme-li TCVR používat jen pro přeladění 144 až 145 MHz (VCO 135 až 136 MHz), nastavíme přeladění tak, aby pro U_{VCO} = 9 V byl kmitočet asi 136,1 MHz, pro f = 135 MHz – tomu odpovídá výsledný kmitočet 144 MHz – vyjde asi při U_{VCO} ≐ 6,5 V. Pro nastavování a zkoušky používáme napětí z řiditelného zdroje. Teprve po důkladném prověření přelaďování VCO (musí ladit plynule, bez skoků, s určitým přesahem 0,2 až 0,4 MHz na koncích pásma) můžeme VCO propojit s obvodem PLL-12.

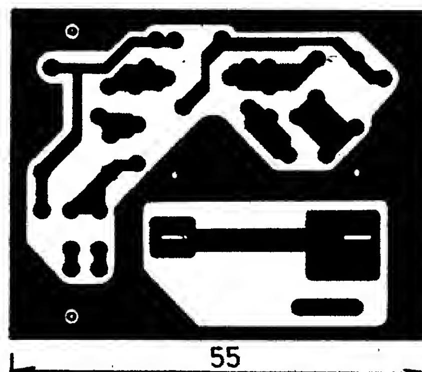
Doladění a jemné dostavení pak již v hotovém zařízení nečiní problémy.

Obvod L2 ladíme na maximální napětí na výstupu ve středu pásma.

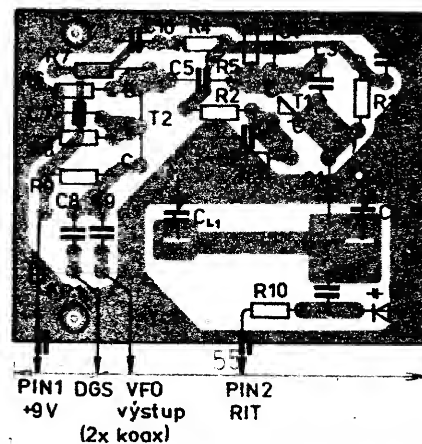
Při oživování je třeba event. upravit hodnotu R1 (viz obr. 10.1). Napětí na výstupu VCO měříme na koncích souosých kablíků, které budou použity v hotovém zařízení. Všechny výstupy zatížíme rezistory 56 Ω. Napětí na nich musí být asi 0,9 až 1 V_{ef}. Podstatně menší hodnota ukazuje na nevhodný T1 nebo T2, větší úroveň snížíme zmenšením R5, tedy ziskem druhého stupně.

Součástky VCO jsou na straně desky s plošnými spoji. Otvory není třeba vrtat, slouží jen pro orientaci součástek. Spodní strana VCO je asi 5 mm nad šasi TCVRu. Celé VCO je uzavřeno v krabičce ze silnějšího plechu nebo kuprextitu. Tranzistor T1 má samostatné napájení ze zdroje s malým šumovým napětím. Na místě C9 je nutné použít kvalitní kondenzátor (tantalový).

Pro napájení T2 a T3 již netze IO1 použít. Jeho proudová zatížitelnost je sice větší než 8 mA u levnějšího typu, ale mohla by být event. překročena (rozptyl parametrů T1 až T3). Jako jediný námět k experimentování by mohlo být užití nových čs. J-FET KS4391 (obdoba BF246C podle I_{DSO}), či KS4392 (obdoba J310). Změny v zapojení podle [23].



Obr. 11.2. Deska s plošnými spoji VFO X84. Součástky jsou pájeny ze strany spojů. Je třeba vyvrtat jen dva otvory ∅ 4 mm a vyříznout dva obdélníkové otvory 4 × 1 mm pro C_{L1} a C_{L2}



Obr. 11.3. Rozmístění součástek na desce X84 VFO, pohled na součástky, tedy ze strany plošných spojů

VCO, 10

Polovodičové součástky

T1, T2, T3	KF910 (907)
IO1	MAB01D
D1	(MAB01H, MAC01)

Rezistory (0,25 W, miniat.)

R1	470 Ω (příp. nastavit podle předpisu na obr. 10.1.
R2, R3, R7	100 Ω
R4	0,27 MΩ
R5	22 kΩ
R6	47 kΩ
R8	22 Ω
R9, R10	4,7 kΩ
R11, R12	100 Ω

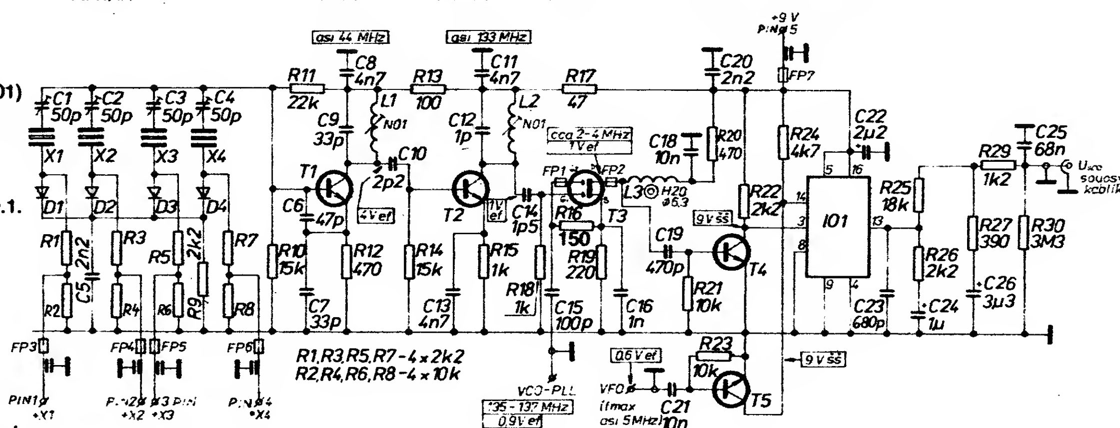
Kondenzátory

PIN1 až PIN3	pájecí průchodkové kondenzátory 470 až 2200 pF, např. TK 564
C1	4,7 pF, TK 754 (755)
C2	6,8 pF, TK 754 (755, 656)
C3	22 pF, TK 754 (755)
C4	15 pF, TK 754 (755)
C5, C8, C10, C11, C12, C14, C15	10 nF, TK 724
C6	1 pF, TK 656
C7, C17	680 pF, TK 725 (626)
C9	15 μF, TE 123
C13	8,2 pF, TK 754 (755)
C16	2,2 nF, TK 724

Ferity a cívky viz obr. 10. 1.

Cívky

L1	viz obr. 10.3; bez krytu; dbát na maximální *Q!*
L2a	5 1/4 z, drát Ø 0,6 CuL těsně na kostřičce Ø 6 mm (TESLA Pardubice), Al kryt.
L2b	1 3/4 z, drát Ø 0,3 CuLH těsně u konce vinutí na závitech L2a
L3	feritový toroid Ø 6,3 mm (N1 – žlutý), obj. č. 205 534 300 004. asi 28 z, drát Ø 0,2 CuLH na 3/4 obvodu, L = 20 až 30 μH, případně válcově na Ø 5 až 6 mm drátem Ø 0,15 CuLH s jádrem N1, obj. č. 205 534 304 650 Ø 3,65 × 0,5 × 8. Indukčnost větší než 10 μH.
L4, L5	2 × 7 z Ø 0,35 CuL na toroid N 02 Ø 6 mm, vinutí jako na obr. 3.1.
Tl1	asi 8 až 10 z, drát Ø 0,25 CuL na toroid H20 Ø 4 mm (obj. č. 205 516 300 003 Ø 4/2, 4 × 1,6).



Obr. 12.1. PLL FANTOM 89

Modul VFO – 11

VFO je základním ladicím prvkem celého TCVRu. Podle krystalů v jednotce PLL-12 je pak určen i rozsah přeladění (viz obr. 12.1). Zde je uvedeno VFO pro X1 = 26,565 MHz, tj. rozladění VFO nejméně 2,175 až 2,675 MHz. Bližší ve stati PLL-12.

Celé VFO je konstruováno na destičce, která se připájí a v otvorech přes distanční sloupky přišroubuje přímo na vývody ladicího kondenzátoru CL1, CL2. Součástky jsou pájeny ze strany spojů! Cívka L1 je umístěna nad spoji ve výšce asi 10 mm (osa asi 20 mm) na držácích z drátu o Ø 1 mm. Pozor na závit nakrátko. Celé VFO je pak spojeno s kondenzátorem ještě krytem z pocínovaného plechu, který VFO těsně obepíná a ke kondenzátoru je přišroubován za otvory se závitem M3 na boku. VFO má i vrchní kryt ve výši asi 10 mm nad cívkou L1.

Je nutná co největší mechanická pevnost celé konstrukce. Pro převod je použita redukce – viz obr. 13.4, která se přišroubuje na kolo bývalého (demontovaného) třecího převodu.

Pro zvýšení pohodlí při obsluze TCVRu je nutné použít mezi ladicím knoflíkem a redukcí VFO ještě vhodný převod. Musí mít vymezení vůle. Takový převod byl popsán dříve na stránkách RZ [16]. Lze použít i jiný, vhodný převod. Protože se v ČSSR žádný podobný nevyrábí, je nutné jej vyrobit individuálně, případně získat vhodný z vyřazené vojenské techniky.

Popsané VFO je při dodržení typů kondenzátorů stabilní a není třeba s ním dělat další pokusy. Podmínkou je dodržení předepsaných typů kondenzátorů – viz [17, 18].

Ostatní součástky jsou běžné. Při případných změnách přeladění je nutné změnit hodnoty L1, C1, příp. C11 pro rozladění RITu.

VFO, 11

Součástky pájet ze strany spojů!

Polovodičové součástky

T1	KSY71
T2	SF245
D1	KB105G

Rezistory (0,25 W, miniat.)

R1	4,7 kΩ
R2, R7	47 kΩ
R3, R6	10 kΩ
R4, R10	150 Ω
R5	680 Ω
R8	470 Ω
R9	2,7 kΩ
R11	56 kΩ

Kondenzátory

CL1, CL2	ladicí kondenzátor z RF 11. Stejný kondenzátor je použit v TCVR Otava, byl před časem ke koupi pod označením QN 705 38 v prodejně Svazarmu v Praze, Budečská ulice
PIN1, PIN2	pájecí průchodkový kondenzátor 470 až 2200 pF, např. TK 564
C1	paralelně složit 39+4,7 pF, TK 755 (754)
C2, C6, C7, C8, C9, C10	10 nF, TK 724
C3, C4	330 pF, TK 754
C5	39 pF, TK 754 (755)
C11	3,3 pF, TK 755 (656)

Cívka L1 je vinuta křížově (min. vlastní kapacita), nebo „divoce". Podle provedení je třeba cívku případně zkrátit (odvinutím závitů) pro požadovaný rozsah přeladění a pro požadovaný kmitočet VFO podle použitých krystalů v modulu PLL. Cívka je uchycena na drážcích z měd. drátu o Ø 1 mm, připájených na zemní fólii desky plošných spojů.

PLL – 12

Výběr podrozsahů

a) Δf VFO = 0,5 MHz
 144 až 145 MHz osadit X1, X2
 144 až 146 MHz osadit X1 až X4

b) Δf VFO = 1 MHz
 144 až 145 MHz osadit jen X1
 144 až 146 MHz osadit jen X1, X3

X1 až X4 jsou modelářské krystaly, které vyrábí TESLA Hradec Králové. Pro řízení modelů kmitají na 3. harmonické, pro PLL kmitají na páté harmonické (f základní ≐ 8,9 MHz).

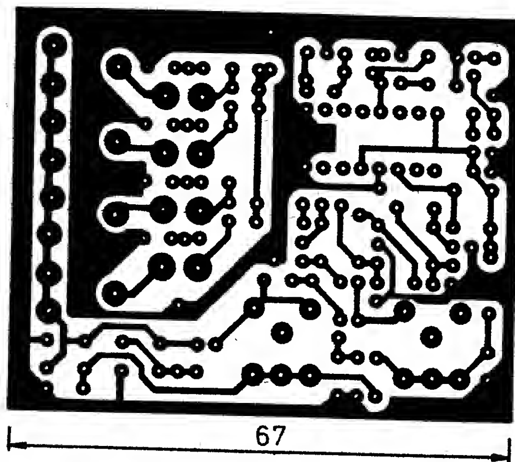
X1 = 26,565 MHz (26,515 aj.)
X2 = 26,665 MHz (26,615 aj.)
X3 = 26,765 MHz (26,715 aj.)
X4 = 26,865 MHz (26,815 aj.)
společné objednací číslo 371 611 021 050

PIN1 až PIN5	pájecí průchodkové kondenzátory 470 pF až 2,2 nF (TK 564 aj.)
L1, L2	kostra TESLA Pardubice, L1 7 1/4 z, Ø drátu 0,35 mm, jádro N01 Ø 3,65 × 0,5 × 8, červené, L2 5 1/4 z Ø drátu 0,35 mm, jádro N01 Ø 3,65 × 0,5 × 2,5, červené, obj. č. 205 531 304 650
L3	toroid H20 Ø 6,3 mm 10 z Ø drátu 0,35 mm (Ø 6,3/3,8 × 2,5 – 205 516 300 004) nebo H20 Ø 10/6 × 4 – 8 z Ø drátu 0,35 (obj. č. 205 516 300 005)
FP3 až FP7	trubka H18 Ø 3,5/1,3 × 5, obj. č. 205 515 302 500, navléci na vývody průchodkových kondenzátorů
FP1, FP2	toroid H20 Ø 2,5/1,5 × 1, obj. č. 205 516 300 002, navléci na G2 a D

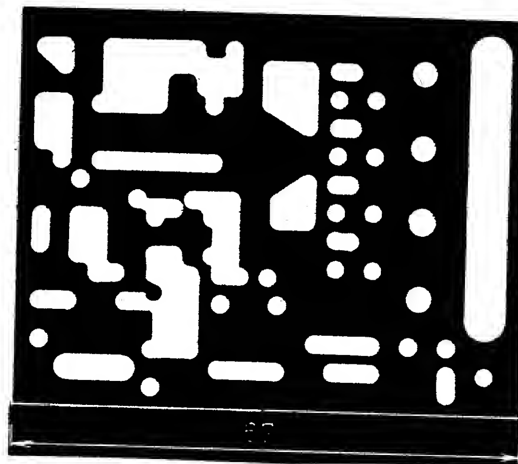
Modul PLL-12 se podílí na tvorbě základního kmitočtu TCVRu. Od kmitočtu oscilátoru VCO-10 se na MOSFET T3 odečítá kmitočet krystalového oscilátoru s tranzistorem T1 a násobičem T2 na desce PLL-12. Výsledný produkt se porovnává s kmitočtem VFO-11 v integrovaném obvodu IO1, jehož výstupní regulační napětí U_{VCO} řídí zpětně kmitočet základního oscilátoru s vysokou spektrální čistotou VCO-10.

Dlouhodobá stabilita výstupního kmitočtu TCVRu je dána zejména kmitočtovou stabilitou krystalového transpozičního oscilátoru T1, neboť kmitočet VFO je sledován modulem DZK a i zobrazován.

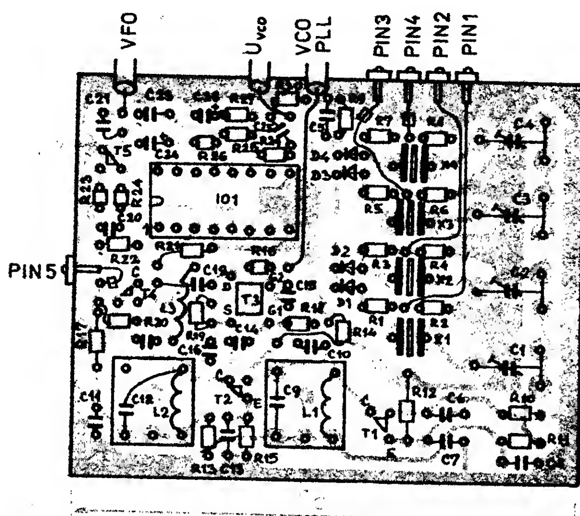
Je tedy nutné pro transpoziční oscilátor použít krystaly, které by byly dostupné a zároveň i dostatečně stabilní. Po vyloučení často používaných krystalů ze stanic RM a RO (značně teplotně nestabilní, navíc nejsou běžně ke koupi), není výběr veliký. Bylo by možné použít kvalitní harmonické krystaly na kmitočtech kolem 130 MHz (kdo má možnost, vřele doporučuji), ale jejich získání ve větším množství z podniku TESLA Hra-



Obr. 12.3. Deska plošných spojů X85 PLL, strana spojů



Obr. 12.2. Deska plošných spojů PLL, strana součástek



Obr. 12.4. Deska plošných spojů X85 PLL, rozložení součástek

dec Králové není právě nejschůdnější. Volba padla na krystaly tzv. „modelářské", a to typy pro přijímače. Jsou dostupné v obchodní síti (prodejny DOSS, prodejna v Praze, Budečská ul., TESLA Hradec Králové v ceně kolem 100 Kčs; v zahraničí je nabízeno nepřeberné množství velice kvalitních krystalů – lepších než TESLA – za zanedbatelnou cenu 1 až 4 DM/kus). Stabilita těchto krystalů je dostačující.

Kmitočtový plán TCVRu je (po zjednodušení – viz dále): $f_{výsledný} = 9{,}000\ \text{MHz} + f_{VFO} + 5.f_{transpoziční}$ (MHz). Pro navržený kmitočtový plán s přeladěním VFO v rozsahu 500 kHz potřebujeme tedy krystaly s odstupem 100 kHz. Z takových nám TESLA nabízí např. typy, uvedené na obr. 12.1, tj. jako X1 = 26,565 MHz, X2 = 26,665 MHz, X3 = 26,765 MHz, X4 = 26,865 MHz (viz. lit. [24, 26]). Uvedený příklad je ovšem pro případ, že TCVR přeladí ve čtyřech podrozsazích celé pásmo 144 až 146 MHz.

Je možné použít i jinou řadu kmitočtů pod 27 MHz. (Celému kmitočtu 27,000 MHz se vyhýbáme, neboť 27,000 : 3 = 9,000!) V praxi však budeme potřebovat jen krystaly dva, neboť je zbytečné osazovat TCVR pro CW a SSB krystaly pro horní megahertz pásma (145 až 146). Pracuje se tedy téměř výlučně provozem FM, navíc s odskokem pro převáděče a SSB je tu prakticky nepoužitelné. Navíc je výhodné mít doma jiné zařízení pro komunikaci přes převáděče (pro blízké převáděče obyčejně vyhoví krystalka nebo Boubín).

FANTOM je určen pro provoz CW a SSB a rozšíření pro FM by vše zkomplikovalo.

Pozice pro X3 a X4 necháme neosazené; v budoucnosti je můžeme použít pro transvertory pro vyšší pásma. Obvykle se nám totiž nepodaří obstarat kvalitní a stabilní krystal o přesném, celistvém kmitočtu, zatímco modelářských krystalů je relativní dostatek. Za pomoci kapacitního trimru se nám pak snadněji podaří usadit začátek vyššího pásma tak, aby souhlasil i údaj DZK. (Např. aby 1296,0000 MHz odpovídalo údaji 000,0 na DZK.)

Zvolíme-li např. jako X1 = 26,565 MHz, bude potřebné přeladění VFO pro rozsah 144,0000 až 144,50000 MHz (podle výše uvedeného kmit. plánu): f_{VFO} = 2,1750 MHz až 2,6750 MHz. S krystalem X2 = = 26,665 MHz bude pak výsledný kmitočet TCVRu (s týmž přeladěním VFO) 144,5000 až 145,0000 (MHz). Rozhodneme-li se pro přeladění VFO v rozsahu 1 MHz (pozor na náročnější mechaniku a jemnější ladicí převod!), bude stačit jen jeden krystal pro pásmo 144,0000 až 145,0000, nebo dva krystaly pro 144,0000 až 146,0000. Viz obr. 12.1.

Násobení kmitočtu v modulu PLL-12 probíhá takto: Modelářské krystaly jsou harmonické výbrusy o základním kmitočtu asi 9 MHz a v modelářských aplikacích kmitají na 3. harmonické. Např. krystal X1 = 26,565 MHz má základní kmitočet 26,565 : 3 = 8,855 MHz. Tranzistor T1 má v kolektoru obvod L1 C9 naladěný na 5. harmonickou tohoto základního kmitočtu, tj. 5 × 8,855 = 44,275 MHz (pro více krystalů pochopitelně někam uprostřed jejich kmitočtů). Další stupeň je trojnásobič a v kolektoru je laděn (L2 C12) na asi 133 MHz (44,275 × 3 = 132,825 MHz). Nechť tedy nikoho nemýlí, že žádný obvod není naladěn přímo na kmitočet, uvedený na pouzdru krystalu!

Tranzistor T3 odečítá kmitočet těchto asi 133 MHz od kmitočtu oscilátoru VCO-10, tj. 135 až 136 (nebo 135 až 137 MHz). V elektrodě D T3 je tlumivka L3, omezující složky přes asi 3,5 MHz. Porovnání tohoto výsledného kmitočtu a kmitočtu VFO obstarává IO1 v doporučeném zapojení. Bližší údaje viz např. lit. [17, 27]. Vyfiltrované výstupní napětí [4] je vyvedeno na PIN 6, odkud souosým kablíkem jde na PIN 1 VCO-10. Při oživování kontrolujeme správnou činnost násobičů pro všechny krystaly a rozladění kmitočtů krystalů sériovými trimry C1–C4.

Výsledný kmitočet definitivně nastavujeme až ve spolupráci s nastavením DZK u hotového zařízení.

Modul PLL, 12

X1 až X4	modelářské krystaly TESLA (viz obr. 12.1)
T1, T2	KSY71
T3	KF910 (KF907)
T4, T5	KC507 aj.
IO1	MHB4046
D1 až D4	KA206 apod.

Cívky a ferity viz obr. 12.1 (L1 až L3; FP1 až FP7)

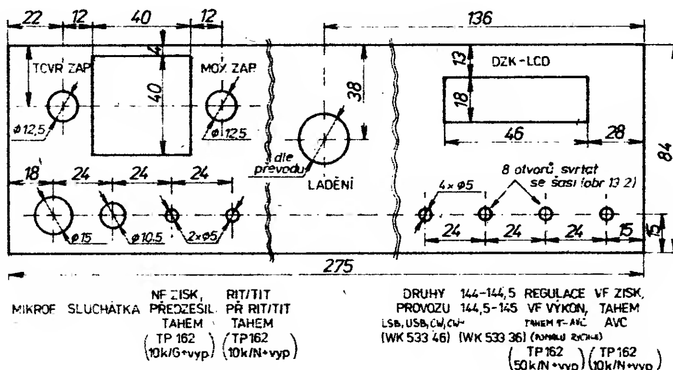
PIN1 až PIN5	průchodkový kondenzátor např. TK 564 470 pF až 2,2 nF

Rezistory (MLT-0,25, TR 211 až TR 213, apod.)

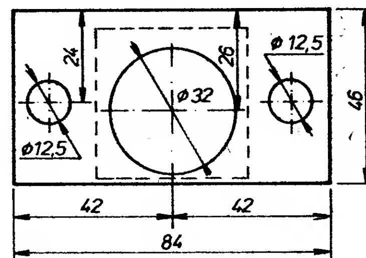
R1, R3, R5, R7, R9, R22, R26	2,2 kΩ	R2, R4, R6, R8 R21, R23	10 kΩ
R10, R14	15 kΩ	R11	22 kΩ
R12, R20	470 Ω	R13	100 Ω
R15, R18	1 kΩ	R16	150 Ω
R17	47 Ω	R19	220 Ω
R24	4,7 kΩ	R25	18 kΩ
R27	390 Ω	R30 (TR 213)	3,3 MΩ

Kondenzátory

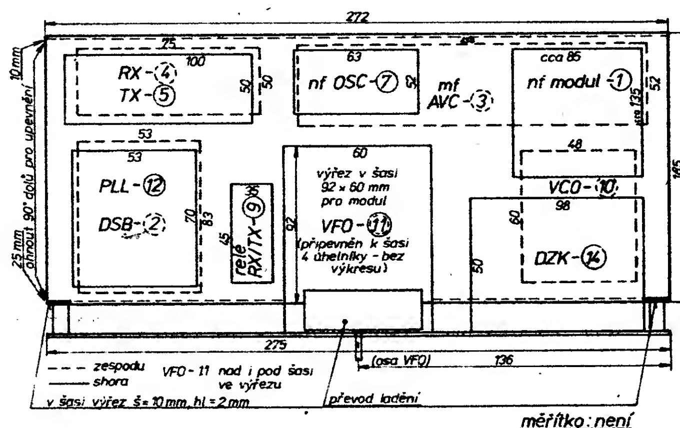
C1 až C4	WN 704 25 50 pF nebo WN 704 19 60 pF
C5, C20	2,2 nF TK 666, TK 724
C7, C9	33 pF TK 754,5
C10	2,2 pF TK 656
C14	1,5 pF TK 656
C16	1 nF TK 724,5, TK 794
C18, C21	10 nF TK 724
C22	2,2 μF/16 V, TE 133
C24	1 μF/40 V, TE 135
C26	3,3 μF/40 V, TE 135
C6	47 pF TK 754,5
C8, C11	
C13	4,7 nF TK 724
C12	1 pF TK 656
C15	100 pF, TK 656, TK 754,5
C17	nepoužit
C19	470 pF, TK 724, TK 794
C23	680 pF TK 774,5
C25	68 nF TK 782;3



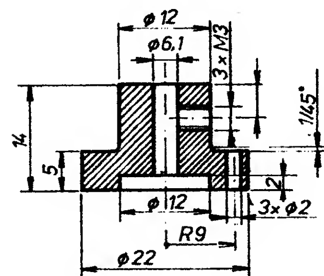
Obr. 13.1. Čelní panel skříně UPS (0)12



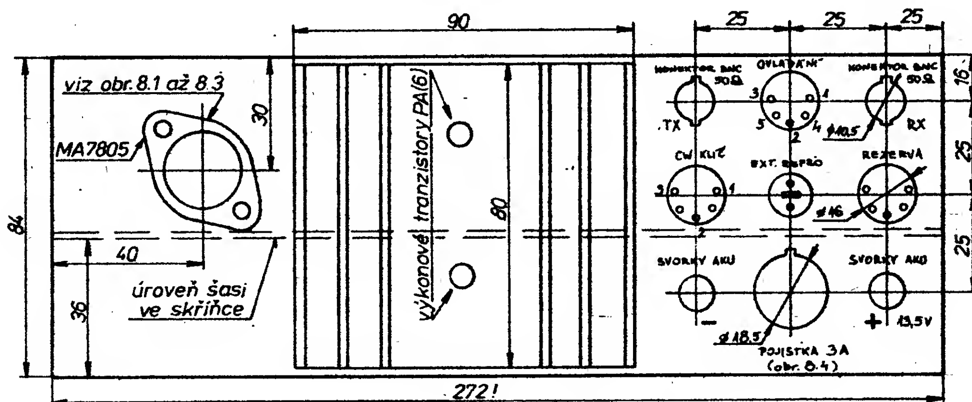
Obr. 13.3. Nosník měřidla. Materiál: hliníkový plech tl. 1,5 mm. Dva otvory ∅ 12,5 mm svrtat s čelním panelem



Obr. 13.2. Rozmístění modulů na šasi UPS (0)12. Šasi je nutno vyrobit, není součástí UPS (0)12



Obr. 13.4. VFO – redukce ladicího kondenzátoru. Materiál: ocel. Po obvodu redukce jsou vyvrtány 3 díry M3 po 120° s vnitřním závitem (3 šrouby M3×6 drží osu ladicího převodu. 3 díry ∅ 2 mm po 120° svrtejte s ladicím kondenzátorem; do těch se redukce přišroubuje třemi šrouby M2×6



Obr. 13.5. Zadní panel. Sestava PA Sněžka, dolní propust a měřič ČSV v krabičkách na distančních sloupcích tvoří jeden celek s chladičem (žebrovaný profil o šířce x 90 mm a výšce 80 mm)

13 – Mechanické díly

První vzorek TCVRu byl vestavěn do individuálně zhotovené skříňky. Pro další jsem zvolil stavebnici přístrojové skříňky s označením UPS 12. Dodává se pod tímto označením ve smontovaném stavu, pod označením UPS 012 by měla být k dostání rozebraná (a předpokládám, že levnější). Skříňku lze na dobírku objednat v zásilkové službě TESLA Uherský Brod, bývá k dostání v prodejně TESLA–ELTOS v Pardubicích, příp. jinde. Cena UPS 12 je asi 220 Kčs.

TCVR FANTOM je modulové koncepce. Proto mechanická část konstrukce spočívá v připevnění jednotlivých modulů na střední – nosnou desku TCVRu. (Ta není součástí stavebnice UPS, musíme ji ohnout z duralového či hliníkového plechu tl. asi 1,5 až 2 mm.) Toto nosné šasi je pak zasunuto po celé ploše do prolisů v bočních stěnách a to 28 mm od spodního konce bočnice – viz obr. 13.5, tj. do čtvrté mezery zdola resp. sedmé mezery shora. Přední subpanel sestavy UPS 012 není použit.

Doporučené uspořádání modulů:

na vrchní straně šasi se nachází vpravo „Nf modul-1", vzadu uprostřed „Nf oscilátor 7", vzadu vlevo „TX-5". Vpředu na levé straně je situován modul „PLL 12". Ve výřezu nosného šasi vpředu uprostřed je ladicí kondenzátor s modulem „VFO-11". Modul VFO-11 zasahuje svým objemem jako jediný nad i pod základní desku šasi. V pravé části vepředu je modul zobrazení kmitočtu „DZK-14". Mezi moduly „PLL-12" a „VFO-11" je modul „Relé RX/TX-9". Na spodní straně šasi je při pohledu na TCVR shora v levém rohu vzadu situován modul „RX-4" (pod modulem „TX-5"). Zbytek zadní části na spodní straně šasi (zhruba pod „Nf-oscilátorem-7" a části „Nf modulu-1") zabírá „Mf modul, AVC-3".

Vepředu vlevo je „DSB modul-2" (pod modulem „PLL-12") a vpředu vpravo je „VCO 10".

Moduly jsou přišroubovány k základnímu šasi šroubky M3 za pájecí oka, která se připájí na boční stěny krabičky modulů a ohnou do pravého úhlu. U menších modulů stačí dvě oka, u větších modulů pak čtyři.

Na předním panelu TCVRu jsou všechny důležité ovládací prvky: hlavní vypínač, mě-

řicí přístroj S-metru, vypínač trvalého zaklíčování TX, ovládací knoflík ladění, indikace kmitočtu – displej LCD, konektor mikrofonu, konektor-jack pro sluchátka s možností odpojení vestavěného reproduktoru (konektor sluchátek je výrobek TESLA-3FF 28006, obj. č. 374 513 289 006), knoflíky regulace nf zisku + zapnutí předzesilovače tahem (tahový potenciometr, při vytažení je na zadní straně na konektor vyvedeno napětí +12 V RX, kterým se zapne relé, ovládající anténní předzesilovač, namontovaný co nejtěsněji u antény), knoflík RIT + tahový vypínač, kterým se RIT zařadí i pro vysílání – TIT (výhodné, voláme-li stanici na mírně odlišném kmitočtu, kterou jsme si našli rozlaďováním RIT – není nutné se dolaďovat hlavním laděním TCVRu, ale jen vytažením knoflíku RIT; toto se osvědčuje zejména při závodním provozu).

Dále je na předním panelu přepínač druhů provozu (LSB, USB, CW, CW-N, tj. CW s úzkým telegrafním filtrem), přepínač podpásem 144,0 až 144,5 a 144,5 až 145,0, příp. další polohy podle krystalů, osazených v modulu „PLL-12". Vedle je potenciometr regulace vf výkonu s tahovým vypínačem, kterým se přepíná časová konstanta AVC a na kraji knoflík potenciometru „VF ZISK" s vypínačem (tahovým), kterým se může zařadit ruční regulace bez AVC.

Na zadní stěně skříňky jsou pak na chladiči o šířce 90 mm a výšce 80 mm se svislými žebry (běžný chladičový profil) upevněny díly stupně PA, tj. PA Sněžka a dolní propust a reflektometr, popsané ve sborníku Klínovec 1987. Dále jsou zde (bez chladiče, na zadní tlusté stěně skříňky) obvody „Stabilizátoru – 8" včetně ochrany proti přepólování. Na zbývajícím místě jsou pak konektory pro vstup RX a výstup z vysílače TX pro připojení dalších výkonových stupňů v sériovém řazení, konektor s ovládacími napětími +12 TX, dále +12 RX a +12 předzesilovač. Zde se připojuje ovládání PA včetně blokování anténního relé a případně při provozu se samotným TCVRem se zde připojí konektor, kterým se ovládá relé, přepínající anténu do RX a do TX.

Jak již bylo řečeno na jiném místě, TCVR je určen pro použití se dvěma souosými kabely, zvlášť pro cestu RX a zvlášť pro cestu TX. Ušetří se tak několik výkonových (a nedostupných) kvalitních vf relé, neboť v následných stupních PA již žádné další relé nemusí být. Další stupně PA jsou připojeny na pevno v sérii; zůstává jen jediné vf relé u antény, které rozděluje vysílací cestu (kabel rovnou do PA) a přijímací cestu (vypínatelný předzesilovač u antény s miniaturními relé pro možnost jeho obejití v signálové cestě) s kabelem rovnou do vstupu RX TCVRu (viz obr. 17.1). Výkonové relé u antény je v klidu v poloze pro vysílání, při přeložení zařadí RX cestu! (Při poruše napájení vysíláme vždy do antény a ne do RX či do kabelu.)

Mikroampérmetr MP40 je pro lepší estetický dojem zapuštěn do předního panelu (výřez 40×40 mm) a je uchycen v držáku podle obr. 13.3. Držák je přichycen k čelnímu panelu oběma páčkovými vypínači (zapnutí TCVRu a trvalé zaklíčování TX-MOX ZAP.).

Rozmístění modulů na šasi je na obr. 13.2.

Na vrchním víku skříňky je uchycen reproduktor. Víko musí být samozřejmě dostatečně perforováno, nejlepší je použít ozdobné mřížky z různých tranzistorových přijímačů apod.

Používám nejraději reproduktory z japonských výrobků. Mají dobrou citlivost a přiměřený kmitočtový průběh. Z našich snad vyhoví typ ARZ 082.

Na zadním panelu je pak i rovněž zásuvka pro externí reproduktor či sluchátka s rozpínacím kontaktem, který odpojí (podobně jako i konektor-jack na předním panelu) vnitřní reproduktor. Dále je na zadním panelu samozřejmě i zásuvka pro připojení telegrafního klíče, svorky pro připojení napájecího napětí a pojistkové pouzdro s tavnou trubičkovou pojistkou 3 A. Na spodní straně skříňky jsou přišroubovány gumové nožky (vzadu nižší, vpředu vyšší), držící TCVR v mírně šikmé poloze pro optimální a neunavující obsluhu ladění.

Obr. 14.1. Sestava DZK. Bočnice, horní, spodní a zadní stěna jsou zhotoveny z jednostranně plátovaného kuprextitu o tloušťce 1,5 mm (bez obrázku)

Obr. 14.2. DZK – schéma zapojení desky X86. Jednotlivé segmenty jsou spojeny drátovými propojkami s příslušnými dekodéry MHB4543 desky čítačů. Desetinná tečka je pevná. Použitá zobrazovací jednotka je typu 4DR823B

DZK – 14

(digitální zobrazení kmitočtu)

Pro zobrazení kmitočtu byla zvolena digitální stupnice s obvody CMOS a čtyřmístným displejem LCD, zobrazujícím stovky, desítky a jednotky kHz a po desetinné tečce stovky Hz. DZK měří 10× za vteřinu, takže údaj je téměř okamžitý a stupnice se „netáhne" za nastaveným kmitočtem při rychlém přeladění. Čtyřmístný údaj o kmitočtu je naprosto dostatečný, zobrazení stovek Hz je nezbytné. Při přeladění VFO v úseku 500 kHz je pak výsledný kmitočet pro např. rozsah 144,5000 až 145,0000 dán jako součet: např. při údaji DZK 333,3 a nastaveném rozsahu 144,5 až 145,0 je kmitočet 144,8333 MHz atd.

Na prvním rozsahu 144,0 až 144,5 platí přímo údaj DZK. Pro zobrazení kmitočtu je použit kompaktní čtyřmístný displej 4DR823B, výrobek podniku TESLA Vrchlabí.

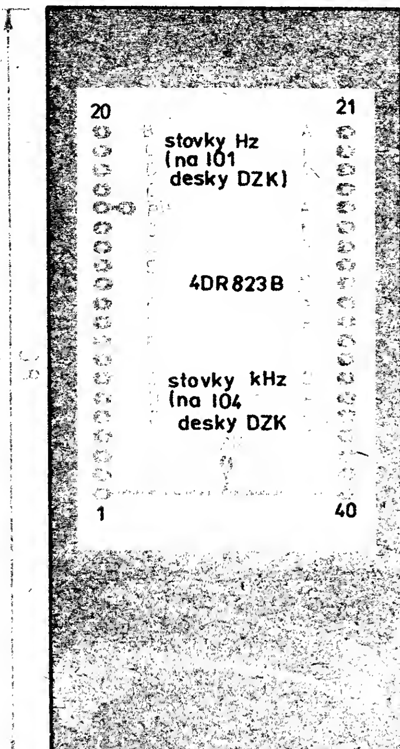
Modul DZK je odvozen ze stupnice Františka Andrlíka, OK1DLP [25].

Pro TCVR FANTOM byla uvedená konstrukce upravena a zjednodušena pro jednoúčelové použití. Byl zmenšen počet LCD na 4 místa (použití 4DR823B), zredukována „Deska čítačů" a doplněna o děličku zatemněného řádu desítek Hz (odstranění blikání posledního řádu stovek Hz). Na „Desce řídícího bloku" je vypuštěna nepotřebná dělička a je tu doplněn vstupní tvarovač, jehož deska z originálu zcela odpadá. Bližší viz obr. 14.1 až 14.7. Pro napájení DZK je použito napětí 9 V ze „Stabilizátoru – 8". (Odběr asi 40 miliampérů – nejsou problémy s rušením!)

Popis bloků DZK-14

Deska displeje: Obsahuje zobrazovač LCD TESLA 4DR823B umístěný na destičce s plošnými spoji – viz obr. 14.1, 14.2, 14.3. Desetinná tečka je pevně za řádem jednotek kHz.

Je propojena drátovými propojkami (nejlépe tenký drátek s teflonovou izolací) s „Deskou čítačů" (obr. 14.4, 14.5). Na ní jsou 4 dekodéry + paměti IO1 až IO4 (MHB4543)



Obr. 14.4. Deska čítačů DZK

Obr. 14.5. Deska čítačů X87 (dvoustranná). Rezistory R1 až R16 jsou umístěny vždy dva nad sebou

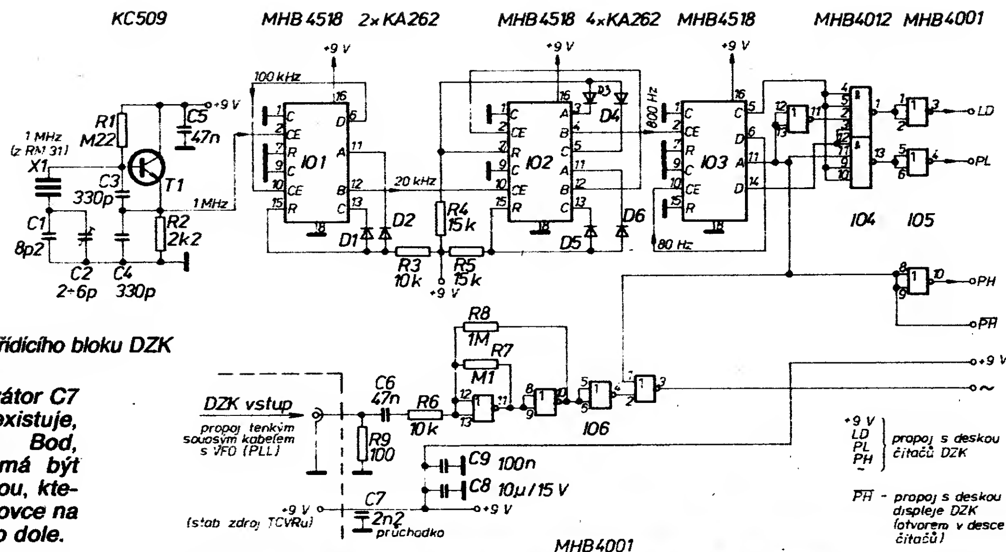
Obr. 14.3. Deska displeje DZK (4DR823B) X86

a 5 děliček MHB4029 (IO5 až 9). Vstupní signál zpracovává a časovací obvody obsahuje „Deska řídícího bloku" – obr. 14.6, 14.7. Normálový kmitočet je odvozen z krystalu 1000,000 kHz (TESLA Hradec Králové, případně krystal 1 MHz ze stanice RM31). Dělení kmitočtu obstarávají IO1 až 3 (3× MHB4518), generování potřebných průběhů IO4 (MHB4012) a IO5 (MHB4001).

Měřený signál z VFO je tvarován a hradlován v IO6 (MHB4001). Průběhy jednotlivých napětí a podrobný popis činnosti je obdobný jako v [25]. Mechanická sestava je na obr. 14.1.

Uvedení do provozu: Dbáme zásad pro práci s obvody CMOS! Nejprve osadíme pasivní součástky, diody, tranzistor. Poté zapájíme uzemněnou mikropáječkou integrované obvody. Pozor – nezapomenout na propájení spojů z obou stran tam, kde je to třeba. Propojíme všechny drátové spoje. Po kontrole zapojení připojíme napájecí napětí (regulovatelný zdroj 0 až 9 V v sérii s rezistorem asi 100 Ω – proudové omezení). Ten po oživení vyřadíme. Jsou-li integrované obvody dobré a není-li chyba v zapojení, musí DZK ihned pracovat. Funkci kontrolujeme např. měřením kmitočtu VFO (nezobrazují se jednotky MHz!)

Po oživení celého TCVRu je třeba pevně propojit přednastavení DZK tak, aby údaj odpovídal kmitočtu TCVRu. Na základním rozsahu TCVRu za pomoci jiného TCVRu s digitálním zobrazením kmitočtu např. zjistíme, že má být zobrazen kmitočet 144,4000 MHz. DZK ukazuje např. 576,3 (má být 400,0). Je potřeba přednastavit obvody IO6 až IO9 na „Desce čítačů". K číslu 576,3 musím tedy přičíst takové číslo, abych dostal 400,0 (respektive 1400,0, ale jednička se nezobrazí, „přeteče"). Musím přednasta-



Obr. 14.6. Deska řídicího bloku DZK

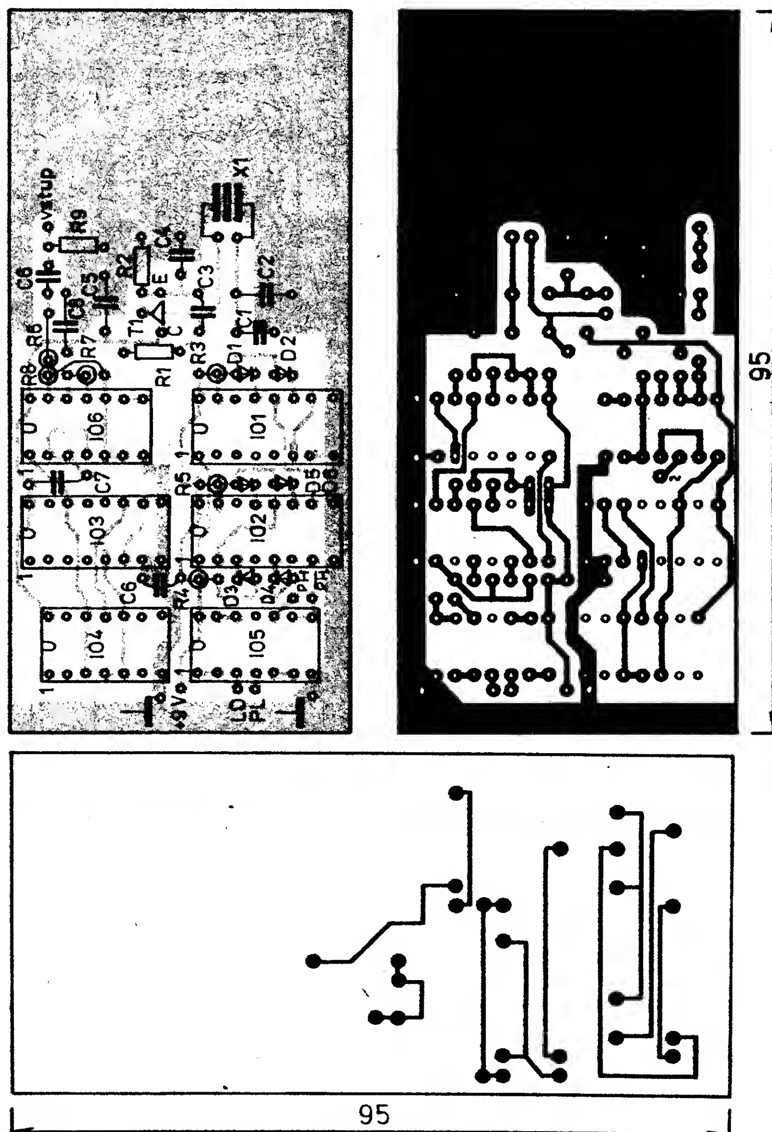
Pozor! Kondenzátor C7 (obr. 14.7) neexistuje, není zapojen. Bod, označený C7, má být označen vlnovkou, která odpovídá vlnovce na obr. 14.6 vpravo dole.

vit 1400,0 – 576,3 = 823,7. Samozřejmě příslušnou hodnotu u příslušného řádu, tedy č. 7 u stovek Hz, č. 3 u jednotek kHz atd. Po převedení do binárního tvaru pak tedy přednastavím např. stovky Hz na č. 7, tj. 0111 atd. Nula je nastavena automaticky rezistory R1 až R16. Jedničku přednastavím propojením příslušného vývodu IO na napájecí napětí (zde např. vývod *10* nebo *16*).

Po nastavení DZK se základním rozsahem TCVRu dostavíme trimry C2 až C4 na desce PLL-12 souhlas i ostatních rozsahů TCVRu, příp. transvertorů.

Pokud DZK nepracuje, je třeba osciloskopem (logické sondy většinou nic neřeknou) kontrolovat jednotlivé průběhy, případně tvar a velikost vstupního signálu, tvar signálu oscilátoru, přítomnost napájecích napětí atd.

Desky s plošnými spoji X73 až X88 transceiveru FANTOM 89 osazené či neosazené, jakož i celý hotový transceiver si můžete objednat přímo u autora konstrukce ing. M. Güttera, OK1FM. Jeho adresa je uvedena na s. 42 dole. Pro soukromé osoby i pro organizace na fakturu.



Obr. 14.7. Deska řídicího bloku X88 (dvoustranná)

DZK, 14

Deska displeje: 4DR823B

Deska čítačů:

IO1 až IO4	MHB4543
IO5 až IO9	MHB4029
R1 až R16	100 kΩ, 0,25 W
C1 až C5	68 nF, TK 782

Deska řídicího bloku:

X1	krystal 1 MHz (RM31, TESLA 1000,000 kHz)
T1	KC509 (KC239)
D1 až D6	KA262 nebo pod.
C1	8,2 pF, TK 656 (754)
C2	2 až 6 pF, keram. trimr, v nouzi WK70109, 5 pF
C3, C4	330 pF, TK 755
C5, C6	47 nF, TK 782
C7	2,2 nF, TK 564, pájecí, průchodk.,
C8	10 μF, TE 123
C9	100 nF, TK 782 (783)
R1	0,22 MΩ
R2	2,2 kΩ
R3, R4, R5	15 kΩ
R6	10 kΩ
R7	100 kΩ
R8	1 MΩ
R9	100 Ω
IO1, IO2, IO3	MHB4518
IO4	MHB4012 (SSSR K561LA8)
IO5, IO6	MHB4001 (SSSR K561LE5)

Elektrické zapojení – 15

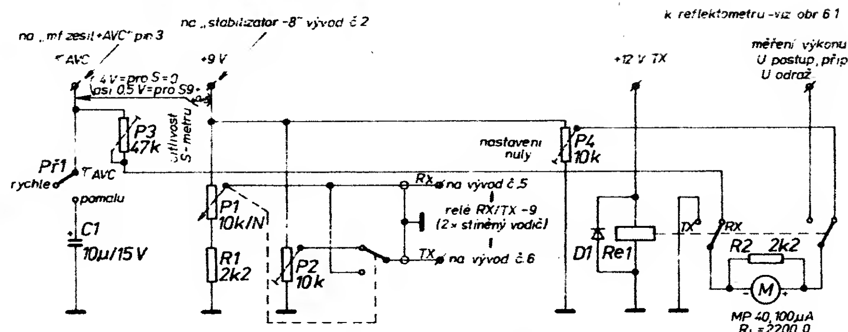
Po zhotovení všech modulů a skončení veškerých mechanických prací (včetně osazení převodu VFO, usazení modulu DZK, připevnění modulů na šasi a zhotovení předního a zadního panelu včetně konečných popisů, osazení PA atd.) je po základním elektrickém oživení jednotlivých modulů možno přistoupit ke konečnému propojení všech dílů.

Nejprve zapojíme obvody S-metru, RIT/TIT a přepínání časové konstanty AVC podle popisu na obr. 15.1.

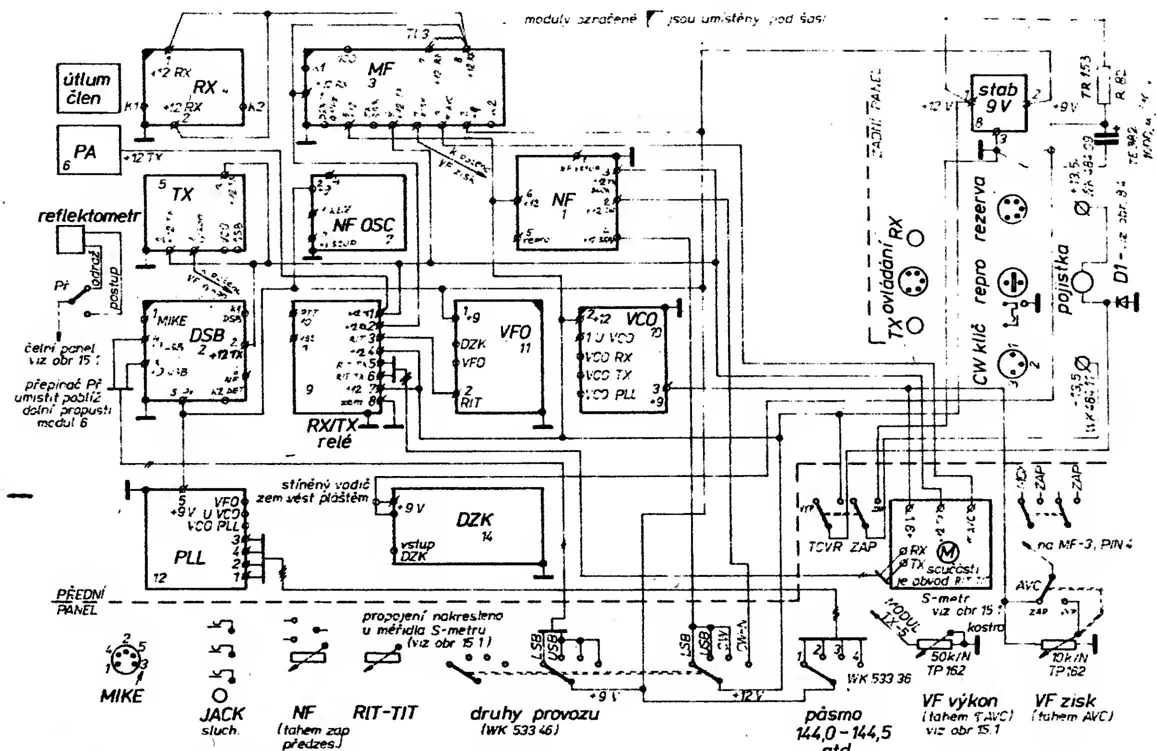
Poté přistoupíme k propojení napájecích větví TCVRu podle obr. 15.2. Hledíme používat barevné propojovací kablíky (např. rudý pro +TX, žlutý +RX apod.). Usnadní

Obr. 15.1. Zapojení RIT/TIT, měřidla S-metru a měření výkonu; přepínání časové konstanty AVC. Součástky, umístěné poblíž M, P1 a Př1 nejsou na desce plošných spojů

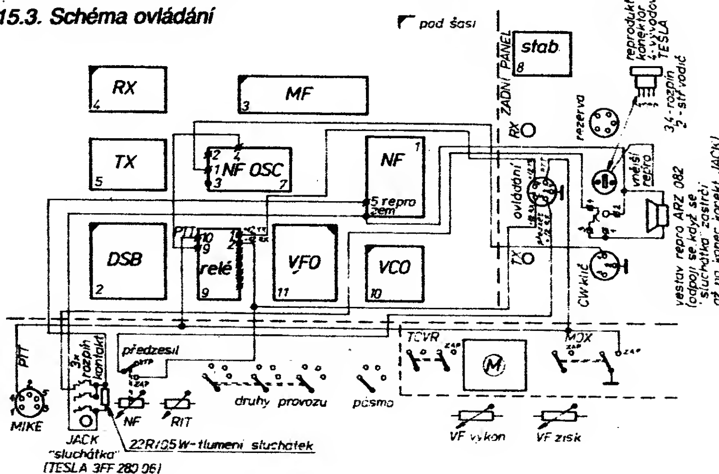
M	MP40 – 100 µA (R_i = 2200 Ω)
Re1	miniaturní relé 12 V, 2 × přepínací kontakty (např. LUN 12 V nebo Mechanika Teplice aj. 15N 599 14 apod.)
P1	TP 162 10 kΩ/N (tahový vypínač, po vyjmutí pružiny na hřídeli se změní na tahový přepínač)
Př1	přepínač potenciometru „Vf výkon" – TP 162 50 kΩ/N, upravený jako P1
P2, P4	trimr 10 kΩ
P3	trimr 47 kΩ
R1	2,2 kΩ
R2	2,2 kΩ
C1	10 µF/15 V
D1	KY130/80



Obr. 15.2. Napájení



Obr. 15.3. Schéma ovládání



nám to orientaci při hledání případných závad.

Obr. 15.3 ukazuje propojení ovládacích obvodů TCVRu. Rovněž i pro ovládací napětí respektujeme zavedené barvy vodičů.

Obr. 15.4 uvádí propojení vf cest. Nejlepší je použít dobrý vf kablík s teflonovou izolací impedance 50 Ω, neboť jej můžeme bez obav o jeho poškození pájet za plášť, a tak jej tvarovat.

Po dokonalém oživení a vyzkoušení TCVRu pak můžeme svazky vodičů vyvázat do obvyklých „stromečků".

Síťový zdroj – 16

Síťový zdroj bývá u většiny přenosných zařízení oddělený od vlastního TCVRu. Důvodem je větší výkonová ztráta regulačních prvků a také rozptylové pole síťového transformátoru. U TCVRu FANTOM je síťový zdroj navržen jako samostatná skříňka. Schéma zapojení je uvedeno na obr. 16.1.

Klíčovým prvkem je síťový transformátor. Protože nabídka čs. trhu je chudičká, řídí se rozměry zdroje podle transformátoru, který je k dispozici. Optimální je jádro C, primární vinutí 220 V, sekundární asi 14 V/2 A. Budeme-li v budoucnu napájet i další koncový stupeň, lze zdroj dimenzovat podle něj. Pro další PA je však vhodné volit samostatné napájení (kolísání napětí při změně odběru).

Pro FANTOM lze použít síťový transformátor UNITRA TS 40/52, prodávaný v prodejnách TESLA jako náhradní díl k magnetofonům stejné značky. Výstupní napětí zdroje je asi 13,5 V.

Síťový zdroj lze samozřejmě vestavět i do TCVRu. Pozor však zejména na rozptylové pole síťového transformátoru! Zdroj je s transceiverem propojen kabely dostatečného průřezu. Na zadní straně TCVRu jsou svorky (konektor) pro připojení buď síťového zdroje, nebo akumulátoru při provozu z přechodného stanoviště.

Zapojení zdroje je běžné. Stabilizátor IO1 má blokovací kondenzátory 0,1 μF na vstupu i výstupu (těsně na přívodech k MA7812). Je třeba jej izolovat od kostry. Izolovaně je upevněn rovněž i regulační tranzistor T1 (Z řady KU6 . . ., příp. jiný s dostatečnou kolektorovou ztrátou).

Použité diody je lépe předimenzovat (1N5401, nebo použít dvojice KY930/80, KY940/80, KY950/80). Jako filtrační kondenzátory jsou vhodné rozměrově poměrně malé 2G2/25 v TE675B apod. Součástky jsou umístěny poblíž transformátoru a chladiče, bez použití desky s plošnými spoji.

Na předním panelu zdroje je síťový vypínač a svítivá dioda (LED), indikující zapnutí.

Na zadním panelu je kromě chladiče síťová zásuvka a buď konektor nebo svorky (barevně rozlišené) pro vývod stabilizovaného napětí, jakož i pojistkové pouzdro sítě.

Závěrem . . . – 17

Popsaný TCVR FANTOM je výsledkem mnoholeté práce a experimentů, kdy jsem se snažil realizovat myšlenku vyvinout a zhotovit jednoduchý a moderní TCVR na bázi československé součástkové základny. Předložená dokumentace by měla umožnit stavbu popsaného TCVRu průměrně zdatnému radioamatérovi.

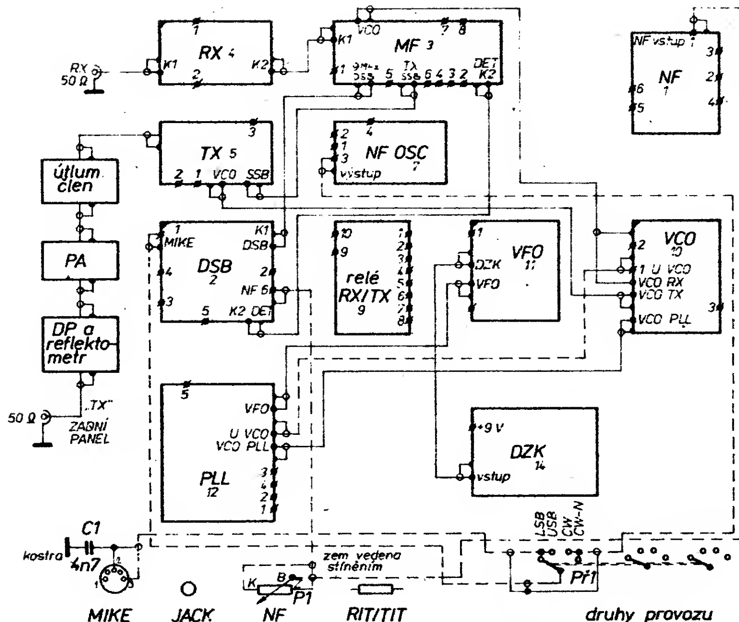
Pokud sami nemáme možnost důkladného vf měření (tzn. dobrý polyskop, spektrální analyzátor nebo selektivní mikrovoltmetr, vf osciloskop atd.), je nutné se při konstrukci držet co nejpřesněji návodu a používat doporučené typy součástek, feritů apod. Pak je velmi pravděpodobné, že zhotovený TCVR bude po naladění a nastavení funkceschopný. Je samozřejmé, že bude i splňovat ustanovení Povolovacích podmínek a Radiokomunikačního řádu. To je totiž podle mého názoru zcela zásadní podmínka. Na rozdíl od mnoha konstrukcí, zejména pro frekvenční modulaci, které jsou v poslední době publikovány a radioamatéry používány. Vznik takových konstrukcí je většinou poplatný tomu, že jejich autor neměl možnost měřit a chlubí se tím, že vše vymyslel a realizoval jen se šroubovákem a diodovým voltmetrem.

Snažil jsem se, aby se FANTOM uvedené kategorie zařízení co nejvíce vyhnul. Zvolená modulová koncepce se velmi osvědčila zejména při inovaci, ale i při oživování a uvádění do chodu jednotlivých modulů. Modulová koncepce umožňuje samozřejmě postavit TCVR třeba bez digitálního zobrazení kmitočtu (Modul DZK-14 se vypustí), stačí jen nakreslit vhodnou stupnici. Je možné realizovat výborný RX pro RP při vypuštění vysílacích obvodů, postavit TCVR pro KV nebo pro 432 MHz aj. Úplně na závěr bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při realizaci mých podkladů. V první řadě Lojzovi, OK1WP, za zhotovení snad desítek destiček s plošnými spoji, mnohdy včetně jejich osazení. Rovněž tak Zdeňkovi, OK1VOI, za trpělivé a pečlivé překreslení množství výkresové dokumentace pro publikaci. Dále pak Pepíkovi, OK1AZG, a Vaškovi, OK1DVB, Frantovi, OK1DLP, a Vláďovi, OK1VPZ, za pomoc při vzniku TCVRu.

Zcela nakonec zdůrazňuji, že dokumentace má sloužit jednotlivým radioamatérům jako podklad k individuální stavbě VKV zařízení, včetně výkresů desek s plošnými spoji. Hromadná výroba desek s plošnými spoji za úplatu je možná jen s písemným souhlasem autora, rovněž tak i výroba TCVRu za úplatu. Na slyšenou se těší

OK1FM

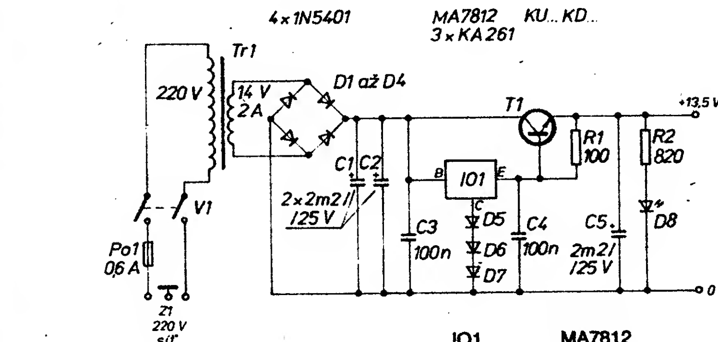
Adresa pro korespondenci:
OK1FM, Ing. Milan Gütter,
P.S. 12
317 62 Plzeň 17



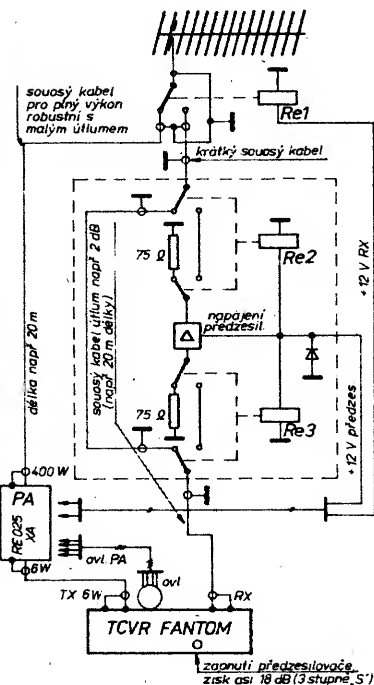
Obr. 15.4. Vf cesty (souosý kablík s teflonovou izolací). Spoje označené čárkovaně možno nahradit nf stíněným kablíkem.

P1	10 kΩ/G TP 162 – tahový vypínač, vyjmutá pružina
Př1	WK 533 46 (druhy provozu), 3 × 4 polohy
C1	4,7 nF TK 724

Obr. 16.1. Síťový zdroj – 16. Je umístěn ve zvláštní skříňce, odděleně od transceiveru. S transceiverem je propojen měděnými kabely (červený +, modrý –) průřezu nejméně 2,5 mm²



IO1	MA7812
T1	$I_C > 2$ A, $P_C > 15$ W (KU . . ., KD . . .)
D1 až D4	4 × 1N5401 (2 × KY930/80 apod.)
D5 až D7	3 × KA261
D8	svítivá dioda (na předním panelu zdroje)
C1, C2, C5	2,2 mF/25 V TE 675B
C3, C4	0,1 μF
R1	100 Ω
R2	820 Ω
Z1	síťová zásuvka 2 A/250 V
V1	síťový vypínač 220 V/2 A dvoupólový páčkový
Tr1	transformátor 30 W – jádro C (např. Unitra TS40/52 – vinutí paralelně)
T1, IO1	izolovaně na chladiči – slídová podložka



Obr. 17.1. Příklad spolupráce transceiveru s výkonovým PA a nízkošumovým předzesilovačem. Je použito robustní vf výkonové relé, přičemž klidová poloha = vysílací cesta (Re1). Re2 a Re3 jsou miniaturní, např. QN 599 25 atd. Anténní předzesilovač má zisk asi 20 dB, osazen GaAs FET (CF300). Ovládání: +12 V RX blokuje PA, +12 TX ovládá PA, +12 V předzes. ovládá Re2, Re3

Seznam použité literatury a informačních pramenů k článku Ing. M. Güttera, OK1FM, „FANTOM 89“ je uveden na straně 69.

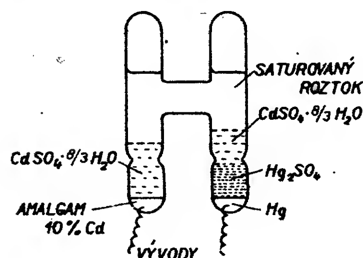
Polovodičové referenční zdroje stejnosměrného napětí

Ing. Jiří Horský, CSc.

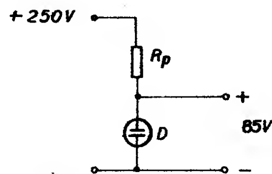
Vlastnosti mnoha typů přístrojů a jejich částí jsou určeny přesností a stabilitou referenčních zdrojů stejnosměrného napětí. Jsou to např. číslicové voltmetry, převodníky A/D a D/A, kalibrátory napětí, přesné napájecí zdroje a velké množství dalších aplikací. Po zavedení výroby tří základních typů referenčních obvodů v TESLA Rožnov, k. p. (MAC01, MAB580S a MAC199) je třeba, aby návrhář lépe a podrobněji znal funkci a vlastnosti těchto prvků než dříve, dokud nebyla možnost volby optimálního prvku pro dané užití. Zvláště obvod typu MAC199 s podpovrchovou Zenerovou diodou přináší nové možnosti při realizaci nejpřesnějších zdrojů.

Historie

V minulosti se jako referenční zdroje používaly Westonovy články (obr. 1). Nenasycené články se vestavovaly i do přístrojů. Nasycené Westonovy články, které mají lepší parametry, ale větší choulostivost, se používají dosud jako etalony stejnosměrného napětí. Výstupní napětí nasyceného Westonova článku je 1,018 ... V a vnitřní odpor menší než 1 kΩ. Velká teplotní závislost (40 μV/°C), nepřípustnost otřesů, zátěže a teplotního namáhání si vynutily užití referenčních zdrojů napětí jiných principů. Jednou z dříve užívaných součástek byl doutnavkový stabilizátor napětí. Výstupní napětí bylo zhruba 85 V a dlouhodobá stabilita až 2 % za 1000 hod. (obr. 2).



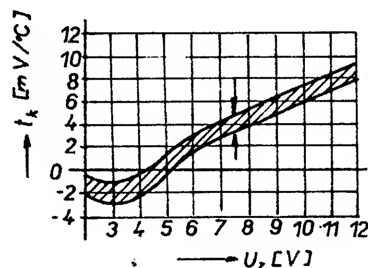
Obr. 1. Základní konstrukční provedení Westonova článku

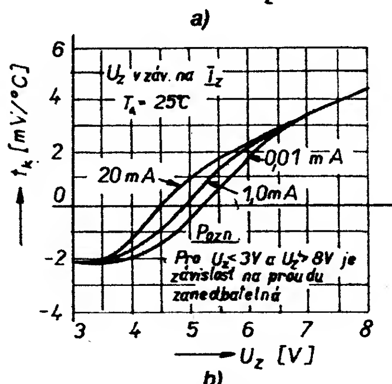


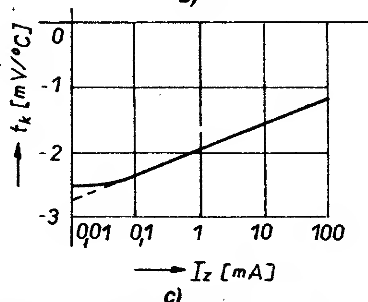
Obr. 2. Princip stabilizátoru (reference) s doutnavkou

Zenerovy diody

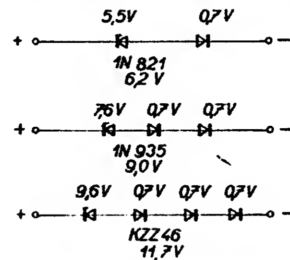
Od vynálezu Zenerovy diody v r. 1955 trvají práce na jejím využití pro referenční zdroje. První diody trpěly řadou nectností. Byly to velký šum, teplotní a časová nestabilita, změna napětí při přerušovaném provozu. Nejsnáze se omezovala teplotní závislost výstupního napětí. Vzhledem k tomu, že u diod dochází ke dvěma druhům průrazu (podle jejich výstupního napětí), mají diody pro malá napětí (asi do 5,5 V) teplotní závislost výstupního napětí zápornou, pro vyšší napětí kladnou (viz obr. 3). Je velmi obtížné najít diodu s nulovou teplotní závislostí. Křivka závislosti teplotního koeficientu na napětí diody prochází nulou strmě a není v této oblasti dostatečně stabilní. Teplotní závislost závisí dále pro Zenerovo napětí mezi 3 V až 8 V na proudu diodou (viz obr. 3b). Proto se volí obvykle konstrukce referenčních diod taková, že je užita dioda s kladnou teplotní závislostí v sérii s jedním, dvěma nebo třemi přechody p-n v propustném směru se záporným teplotním koeficientem. I teplotní koeficient přechodu p-n v propustném směru závisí na proudu diodou, jak ukazuje obr. 3c. Proto i teplotní kompenzace závisí na proudu diodou, který musí být pro přísnější požadavky velmi přesně dodržen. Podle velikosti napětí se používají buď jedna, dvě nebo tři kompenzační diody v propustném směru. V ČSSR tak byly řešeny referenční prvky KZZ46, KZZ47, TKZD25 a – s úpravou proudů jednotlivými diodami paralelními rezistory – dříve i KZZ81. Obr. 4 ukazuje příklady řešení teplotně kompenzovaných diod. Starší typy Zenerových diod měly řadu vlastností, které zhoršovaly možnosti jejich užití pro přesné a stabilní zdroje. Byl to velký šum, dlouhodobý drift napětí, změny napětí při přerušovaném provozu. Moderní technologie se snaží potlačit nepříznivé vlastnosti, zejména umístěním aktivní části přechodu p-n Zenerovy diody do oblasti vzdálenější od povrchu monokrystalu. Slitinově difúzní provedení ukazuje obr. 5, iontově implantované obr. 6. Obě provedení tvoří teplotně kom-



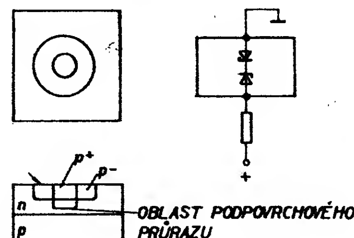




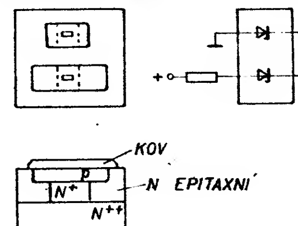
Obr. 3. a) Teplotní závislost výstupního napětí v mV/°C (včetně výrobního rozptylu) jako funkce napětí U_Z, na které byla dioda vyrobena; teplotní závislost na proudu diodou; b) pro Zenerovy diody: c) pro plošné diody v propustném směru



Obr. 4. Příklady provedení teplotně kompenzovaných Zenerových diod

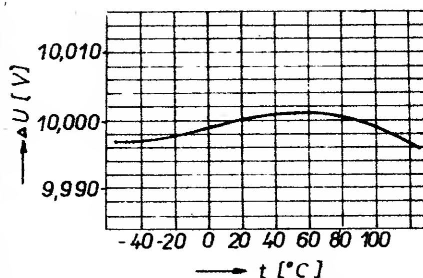


Obr. 5. Konstrukční provedení slitinově-difusní teplotně kompenzované Zenerovy diody

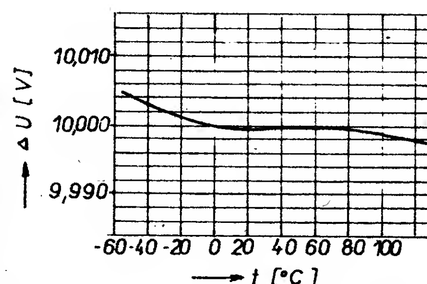


Obr. 6. Konstrukční provedení iontově implantované teplotně kompenzované Zenerovy diody

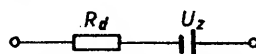
penzovanou diodu s výstupním napětím 6,3 V (5,6 V + 0,7 V), přičemž slitinově difusní technologie dává rozptyl napětí jednotlivých kusů při výrobě asi ±4,7 %, iontová implantace ±0,6 %. Užší tolerance je výhodná, je-li výstupní napětí dále upravováno zesilovačem na 10,00 V. Rozsah dodatečného nastavení je menší a tím se dosahuje i lepší stability. Technologické provedení má vliv i na průběh teplotní závislosti výstupního napětí. Obr. 7 ukazuje teplotní závislost zdroje s difusním provedením diody, které je velmi vhodné pro teplotní rozsah 0 až 70 °C. Obr. 8 ukazuje lepší vlastnosti iontově implantovaného provedení pro velký teplotní rozsah – 55 až 125 °C. Náhradní schéma Zenerovy diody, linearizované pro malé signály, ukazuje obr. 9. Výstupní odpor lze zmenšit elektronicky v integrovaném referenčním obvodu, jak ukazuje obr. 10 (MAC199). Pro uživatele je výhodnější, je-li výstupní napětí nastaveno na celistvou hodnotu 10,00 V. K tomu se užívá zapojení podle obr. 11. Nevýhodou je potřeba stabilních rezistorů ve zpětnovazební síti zesilovače. Teplotní závislost lze zmenšit také tím, že se přímo na čipu integrovaného obvodu vyrobí obvod termostatu. Zapojení takového obvodu (MAC199) ukazuje obr. 12. Termostat udržuje teplotu čipu na 90 °C. Tím se zmenší teplotní závislost výstupního napětí na méně než 10^{-6}/°C, ale zvětší se šum výstupního napětí.



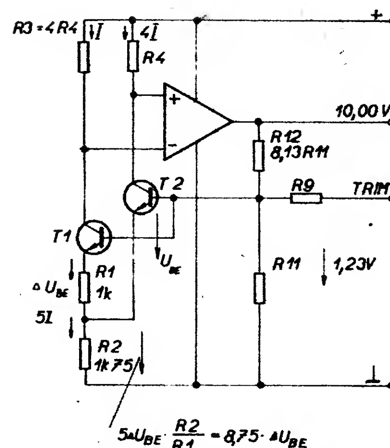
Obr. 7. Teplotní závislost výstupního napětí slitinově difusní teplotně kompenzované diody (AD2710)



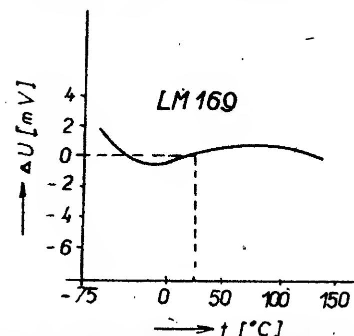
Obr. 8. Teplotní závislost iontově implantované teplotně kompenzované diody (AD2700)



Obr. 9. Náhradní schéma Zenerovy diody v pracovní oblasti charakteristiky



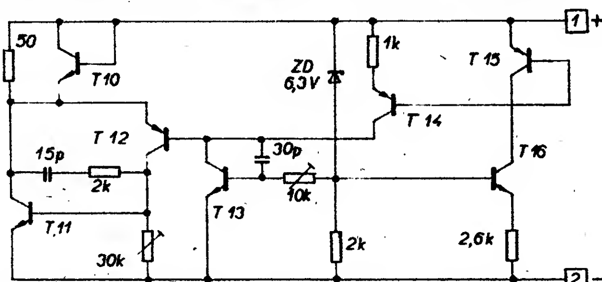
Obr. 13. Základní zapojení referenčního obvodu s využitím šířky zakázaného pásma v Si (bandgap ref.), např. MAC01



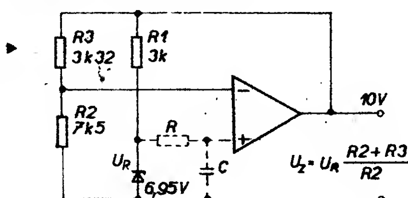
Obr. 14. Příklad teplotní závislosti kompenzovaného referenčního zdroje LM169

Referenční zdroje s využitím šířky zakázaného pásma v křemíku

Činnost těchto zdrojů, označených anglicky „band gap reference", byla již v československé literatuře popsána – [1] a [2]. Proto je

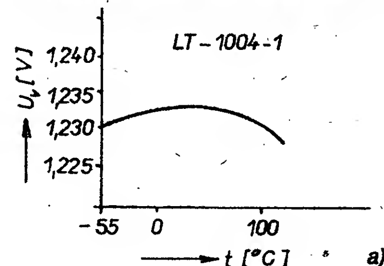


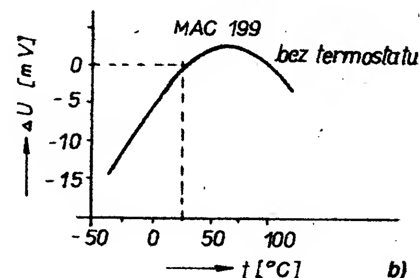
Obr. 10. V referenčním obvodu řady 199 je referenční podpovrchová dioda ZD doplněna elektronickým obvodem ke zmenšení vnitřního odporu



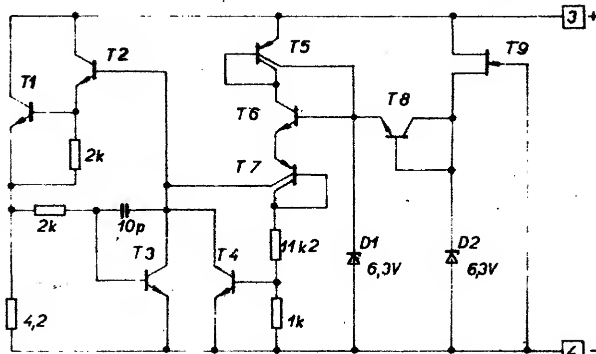
Obr. 11. Základní zapojení referenčních zdrojů 10,00 V se Zenerovými diodami. Dělič R_2/R_3 ve zpětné vazbě slouží k nastavení výstupního napětí, R_1 určuje proud diodou. Člen RC se někdy přidává k omezení šumu

$U_Z = U_R \frac{R2+R3}{R2}$





Obr. 15. a) příklad teplotní závislosti nekompenzovaného referenčního zdroje LT-1004-1, b) teplotní závislost referenčního zdroje řady 100 s vypnutým termostatem



Obr. 12. Zapojení termostatu v integrovaném obvodu řady 199. Jako čidlo pro měření teploty slouží tranzistor T_4

na obr. 13 uveden jen základní princip a vysvětlující údaje. Základní zapojení poskytuje výstupní napětí 1,2 V. To se většinou dále zesiluje na 2,5 V (např. MAB580S), 5,0 V (např. REF02) a 10,00 V (např. MAC01). Zesílení zvětšuje šum a zhoršuje stabilitu, která může být u základního provedení velmi značná. Výstupní napětí a teplotní součinitel se dostavují laserem nebo zkratovacími spojkami. Charakter teplotní závislosti výstupního napětí kompenzovaných integrovaných referenčních zdrojů má obvykle tvar křivky S, která se však pro různé typy obvodů může značně lišit (viz obr. 14, 15 a 16).

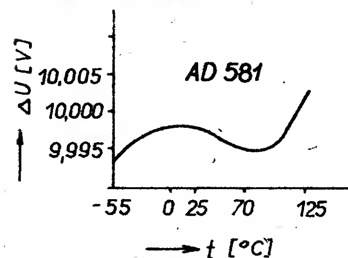
U Zenerových diod se specifikuje teplotní závislost většinou ±X ppm/°C, někdy je však X různé pro nízké a pro vysoké teploty (viz obr. 17). U přístrojů (zdrojů) je nejčastěji teplotní závislost specifikována ±Y % pro dané rozmezí teplot (obr. 18).

Nejkvalitnější zdroje

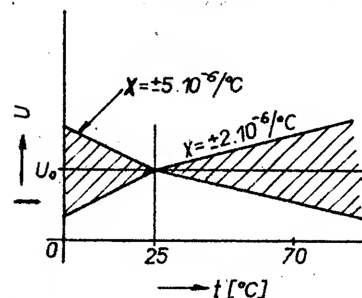
Dalšího zlepšení vlastností kromě výběru a stárnutí lze dosáhnout i některými obvodovými úpravami. Obr. 19 podle [3] ukazuje úpravu zapojení, umožňující individuálně nastavovat teplotní závislost. Obr. 20 ukazuje zapojení integrovaného obvodu AD588, který mimo vlastní obvody reference obsahuje další tři velmi kvalitní operační zesilovače. To umožní realizovat čtyřsvorkové připojení zdroje referenčního napětí k zátěži a odstranit vliv úbytku napětí na přívodech. Vlastnosti lze také zlepšit skupinovým řazením referenčních zdrojů, teoreticky úměrně odmocnině z počtu použitých prvků. Obr. 21 ukazuje paralelní řazení referenčních zdrojů (např. MAC01), obr. 22 sérioparalelní řazení u firmy Datron a obr. 23 sériové řazení firmy Fluke. V referenčním prvku tohoto zapojení slouží jako kompenzační dioda přechod emitor – báze tranzistoru T, vyrobeného současně s diodou D. Jeho zesílení zmenšuje asi 100× požadavky na zesilovač OZ. Na tomto zdroji je též podstatné to, že na výstupní napětí zdroje nemá přímý vliv žádný rezistor.

Některé aplikace

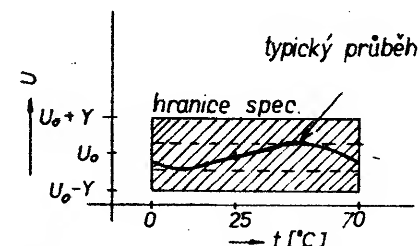
Základní obecné zapojení jedno a dvoustupňového stabilizátoru se Zenerovou diodou ukazuje obr. 24. Pro MAC199 je zapoje-



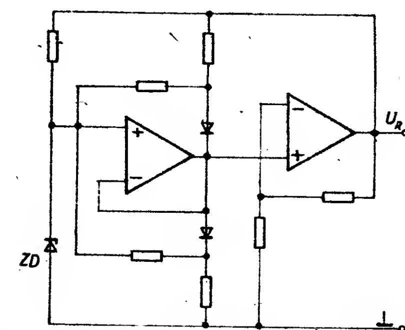
Obr. 16. Příklad teplotní závislosti kompenzovaného referenčního zdroje AD581 ukazuje rozdílný tvar teplotní závislosti oproti obr. 14



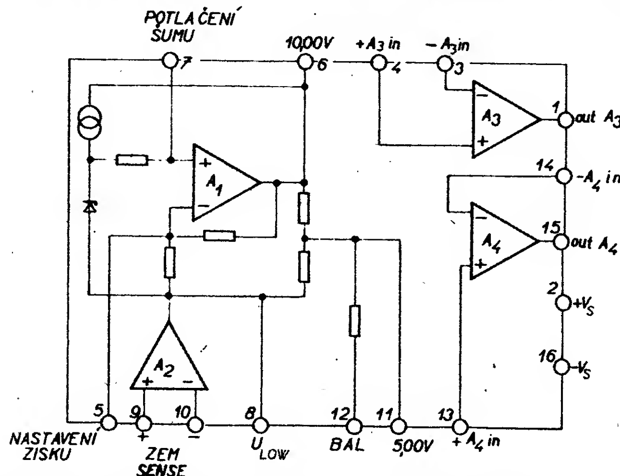
Obr. 17. Vyjádření specifikace mezními přímkami



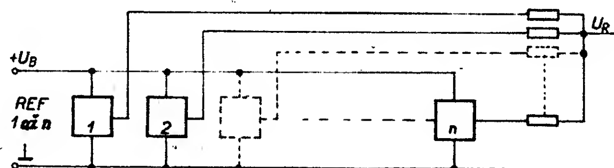
Obr. 18. Vyjádření specifikace mezemi



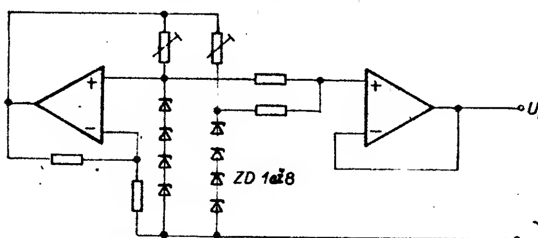
Obr. 19. Individuální dostavení teplotní závislosti pomocnými obvody v diskrétním provedení referenčního zdroje



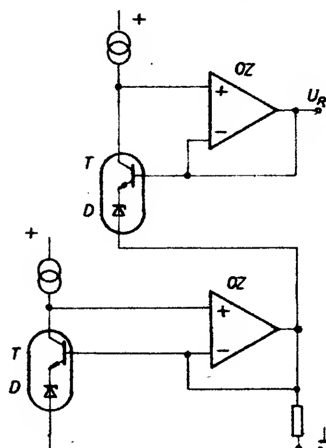
Obr. 20. Referenční zdroj AD588 obsahuje i pomocné a oddělovací obvody. Všimněte si zesilovače A_2, který umožní potlačit vliv úbytku na zemních spojích



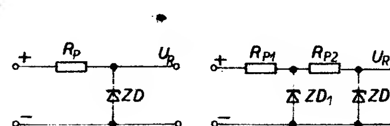
Obr. 21. Paralelní řazení referenčních zdrojů umožní zmenšit náhodný drift a šum úměrně odmocnině z počtu použitých prvků



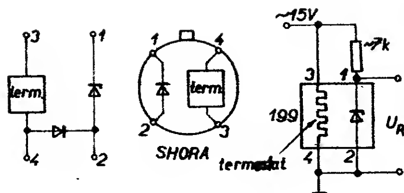
Obr. 22. Sérioparalelní řazení osmi Zenerových diod v referenčních zdrojích kalibrátorů firmy Datron



Obr. 23. Sériové zapojení dvou referenčních zdrojů kalibrátorů firmy Fluke. Všimněte si, že výstupní napětí přímo neovlivňuje odpor žádného rezistoru. (Srovnejte s obr. 11 a obr. 22.)

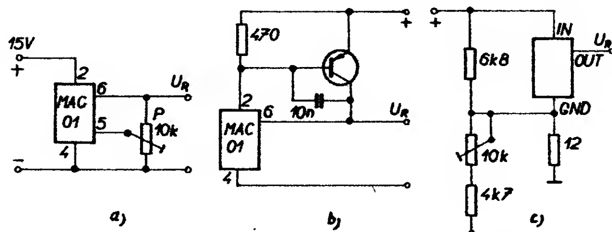


Obr. 24. Základní zapojení jedno a dvoustupňového stabilizátoru se Zenerovými diodami. Rezistory mohou být nahrazeny zdroji proudu

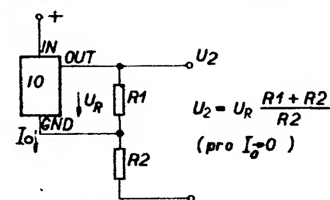


Obr. 25. Základní zapojení obvodu řady 199 (MAC199)

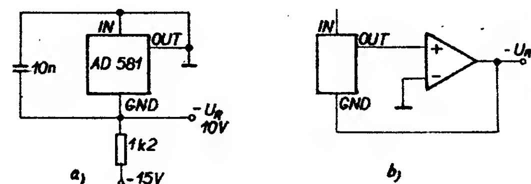
ní stabilizátoru ukázáno na obr. 25, pro MAC01 na obr. 26. Zdroj záporné polarity je na obr. 27. Zdroje proudu ukazují obr. 28 a obr. 29. Společnou svorkou protéká proud, který je teplotně závislý; zlepšené zapojení zdroje proudu je na obr. 30. Zvýšit napětí lze podle obr. 31, nebo řazením zdrojů podle obr. 32. Symetrické výstupní napětí lze získat podle obr. 33. Šum lze zmenšit externím filtrem, obr. 34 nebo obr. 35. Náhrada Westonova článku obvodem LM199 je na obr. 36, referenční zdroj 10 V na obr. 37, řiditelný zdroj na obr. 38, zdroj obou polarit na obr. 39. Správné připojení více zátěží k jednomu zdroji ukazuje obr. 40, užití oddělovacích stupňů pro zmenšení vlivu úbytků napětí obr 41. Ukázka střídavých aplikací je na obr. 42 a obr. 43. Provedení hybridního referenčního zdroje (REF10) ukazují obr. 44 až 47.



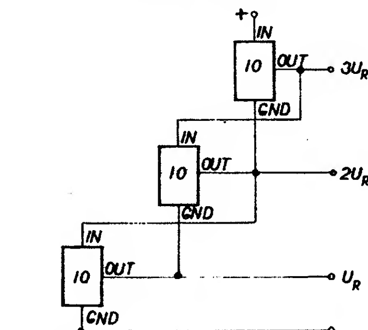
Obr. 26. a) Základní zapojení obvodu MAC01. Pozor na volbu trimru P, aby svými vlastnostmi nezhoršil parametry zdroje. Úprava podle b) umožní zvětšit výstupní proud (který je max. 14 mA) např. až na 1 A. U třísvorkových referenčních zdrojů (MAC580) je v případě nutnosti možné dostavit výstupní napětí podle c)



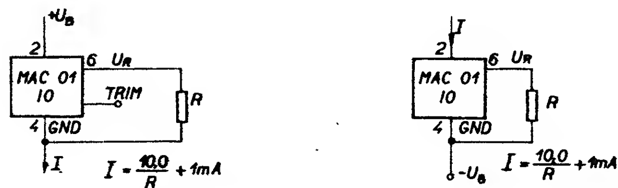
Obr. 31. Nejjednodušší zapojení pro zvýšení výstupního napětí



Obr. 27. a) Některé integrované referenční zdroje (band gap) lze použít i v zapojení jako Zenerova dioda, např. pro získání záporného napětí; b) u všech typů lze získat záporné výstupní napětí operačním zesilovačem

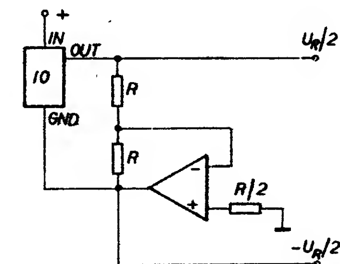


Obr. 32. Kaskádní řazení referenčních zdrojů s výstupy U_R, $2U_R$, ...

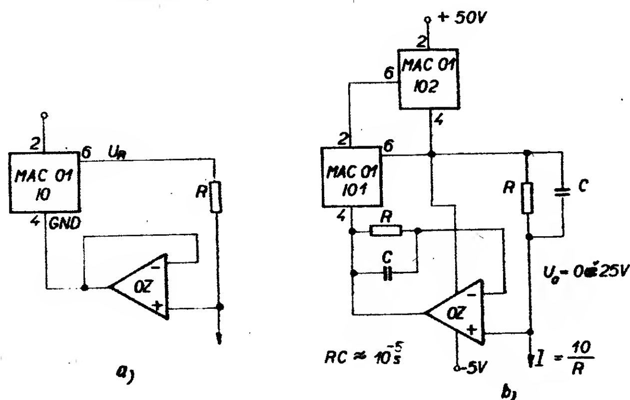


Obr. 28. Zdroj proudu (kladné napájení) s referenčním zdrojem typu MAC01 (1 mA je přibližná hodnota proudu svorkou GND)

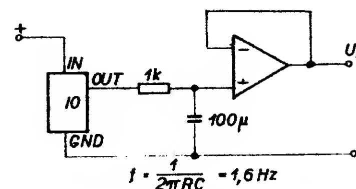
Obr. 29. Zdroj proudu pro záporné výstupní napětí



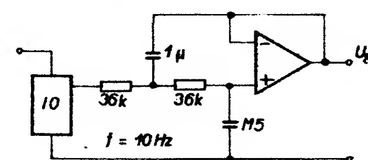
Obr. 33. Zapojení pro získání výstupního napětí obou polarit



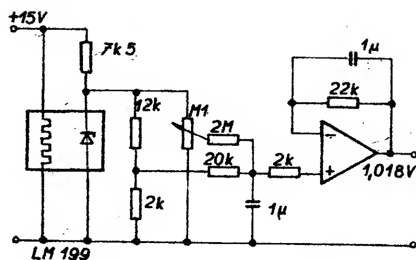
Obr. 30. a) Vliv proudu svorkou 4 (GND) je možné potlačit oddělovacím stupněm s OZ; b) Přesný zdroj proudu. IO2 udržuje konstantní napájecí napětí a příkon IO1. OZ má mít dobré potlačení souřázového signálu



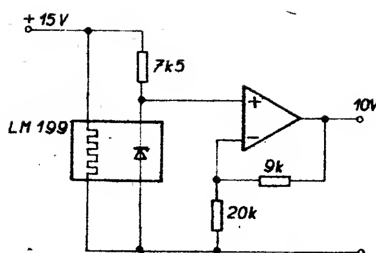
Obr. 34. Nejjednodušší potlačení šumu referenčního zdroje. Použitý kondenzátor musí být kvalitní



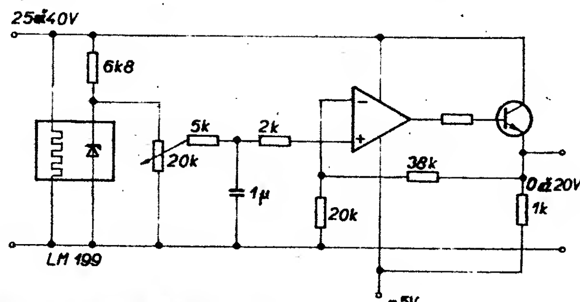
Obr. 35. Potlačení šumu aktivním filtrem se sklonem charakteristiky – 40 dB/dek. kmitočtu



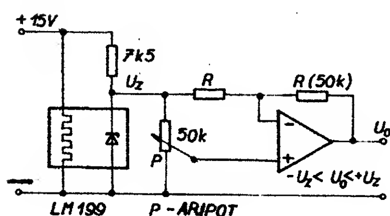
Obr. 36. Náhrada Westonova článku referenčním zdrojem s obvodem řady 199



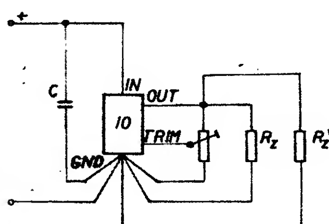
Obr. 37. Získání referenčního napětí 10,00 V s obvodem řady 199



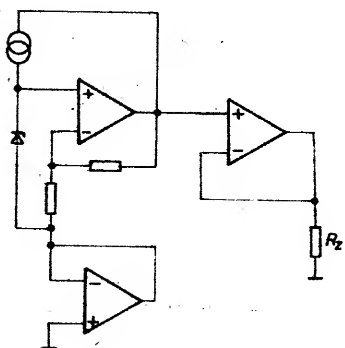
Obr. 38. Zdroj řiditelného napětí s referenčním zdrojem řady 199



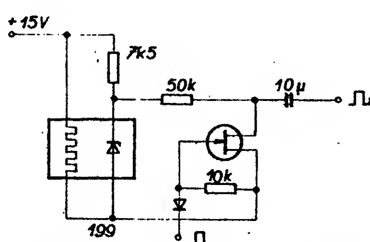
Obr. 39. Zdroj řiditelného napětí obou polarit



Obr. 40. Správné připojení vývodů k referenčnímu zdroji



Obr. 41. Připojení zátěže s potlačením vlivu úbytku na přívodech u obvodu AD588

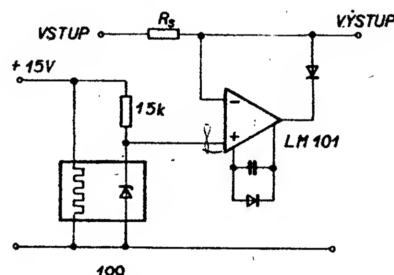


Obr. 42. Zdroj přesného obdélníkového napětí

Specifikace integrovaných referenčních zdrojů

Sortiment referenčních zdrojů je značně rozsáhlý. Pro informaci jsou v tab. 1 uvedeny údaje některých zahraničních typů. Současný československý sortiment (MAC01, MAB580S a MAC199 a odvozené typy), který vychází z typů REF01 Precision Monolitic, AD580 Analog Devices a LM199 National Semiconductor, vystačí pro převážnou většinu potřeb.

Výroba referenčních zdrojů ve formě integrovaných obvodů dosáhla značné dokonalosti a umožnila prodávat velmi kvalitní zdroje za nízké ceny. Každé další zlepšení současných zdrojů zvyšuje náklady, zejména na používanou měřicí techniku. Je proto provázeno prudkým zvýšením ceny. V tab. 2 je to ukázáno pro nejznámější typy integrovaných referencí. Vybírané varianty s širším pracovním teplotním rozsahem a lepšími parametry jsou několikrát dražší, než typy základní. Ceny se pohybují mezi 2 až 40 $ za kus. Monolitické referenční zdroje jsou ve výrobě nastavovány s přesností výstupního napětí až 0,01 %, hybridní až na 0,005 %. Teplotní závislost bývá (1 až 3).10^{-6}/°C,



Obr. 43. Přesný omezovač

Tab. 1. Přehled vlastností vybraných typů referenčních polovodičových prvků

Typ	Napětí [V]	Tepl. koef. 10^{-6}/°C	Šum [μV] r_d [Ω]	Stabilita . 10^{-6}/1000 h	Poznámka
1	2	3	4	5	6
1N821 až 829	6,2 (5,9 až 6,5)	10/5/2/1/0,5	r_d = 10 Ω		ZD
1N935 až 940	9,0 (8,55 až 9,45)	10/5/2/1/0,5	r_d = 20 Ω		ZD
1N941 až 945	11,7 (11,12 až 12,28)	10/5/2/1/0,5	r_d = 30 Ω		ZD
LM199	6,95 (6,8 až 7,1)		7 (<20) r_z = 0,6 (<1)	20	** (MAC199)
TL430	2,75 (2,6 až 2,9)	1,5 (≤3)	120 r_d= 200 Ω		
TL431-1	2,495 (2,41 až 2,55)	0,5 (≤0,5)	r_d = 30 Ω		
AD580M	2,5 (2,49 až 2,51)	10	60	100	BG (MAB580)
AD581L	10 (±5 mV)	5	50	25	BG
REF01A	10 (9,97 až 10,03)	20 (<60)	20 (<30)		BG (MAC01)
REF10	10 (9,97 až 10,03)	3	20	50	HIO
REF10	10,0 (±5 mV)	1	6 (<25)	25	HIO
AD584	10/7,5/5/2,5	10/5	50	25	
AD588	10 (±1 mV)	1,5	6 (<10)	15 (<25)	
LT1021	5 (±2,5 mV)	2 (<5)	3	15	*

Vysvětlivky:

ZD Zenerova dioda
BG „bandgap reference“ (využití šířky zakázaného pásma v Si)
HIO hybridní integrovaný obvod
r_d dynamický odpor v pracovním bodu
/ lomítky jsou odděleny skupiny, na které je prvek tříděn
* teplotní hystereze pro $\Delta T \pm 25$ °C typ. 10.10^{-6}
** měřené vzorky MAC199 měly napětí 7,28 V (7,27 až 7,29 V)

Tab. 2. Porovnání cenových relací jednotlivých typů referenčních zdrojů a jejich variant (výběrů) v $ podle [4]

Typ	Cena v $ podle [4]
AD581L	11,00
AD581J	3,45
AD588 AD	38,80
AP588 CD	12,80
LT1021 A-10	3,45
LT1021 C-10	2,75
REF01 E	7,00
REF01 C	2,00
LM168 BY-10	7,00
LM368 H-10	2,00
LM168 BY-10	25,00
LM368 BY-10	4,50

u nejlepších až $0{,}05.10^{-6}$/°C. Šum na nf je menší než 10^{-6} z výstupního napětí. Dlouhodobá stabilita prvků řady LM199 je 20.10^{-6}/1000 h, u LTZ1000 až $0{,}4.10^{-6}$ za 1000 h. Velmi kvalitním referenčním zdrojem je např. VRE100 firmy Thaler, nastavený ve výrobě s přesností 5.10^{-6} a s teplotní závislostí $0{,}5.10^{-6}$.



Obr. 44. Celkový pohled na hybridní referenční zdroj REF 10



Obr. 45. Referenční dioda v obvodu REF 10

Naměřené vlastnosti československých referenčních zdrojů

Z měření asi 70 kusů vzorků každého typu referenčních zdrojů výroby TESLA Rožnov vyšly tyto výsledky:

MAC01 (MAB01)

Dvě třetiny vzorků mají šumové pozadí menší než $1{,}5.10^{-6}$, třetina menší než 1.10^{-6}. Střední hodnota časové nestability za 1000 h vyšla menší než 10.10^{-6} v nepřerušovaném provozu a 20.10^{-6} za 6 měsíců přerušovaného provozu.

MAB580S

Střední hodnota šumového pozadí byla 20.10^{-6}, teplotní závislost 4.10^{-6}/°C, stabilita po dobu 1700 h průměrně 35.10^{-6}.

MAC(B)199

Střední hodnota výstupního napětí měřeného souboru byla 7,281 V se směrodatnou odchylkou 7 mV (LM199 má mít 6,95 V). Průměrná teplotní závislost je $-0{,}4.10^{-6}$/°C. Průměrná dlouhodobá stabilita po vyřazení 10 % nejméně stabilních prvků byla 10.10^{-6}/1700 h. V tomto měření se však uplatnil vliv počátečního stárnutí. Po vystárnutí asi 1000 h se průměrná stabilita zlepší pod 3.10^{-6} za 1000 h.

Nejpřesnější referenční zdroje

Lepší vlastnosti než integrované referenční zdroje mají již jen etalony na Josephsonově principu. Ty se dosud používaly pouze pro primární státní etalony, nyní začínají být používány i v průmyslu, např. u firmy Hewlett Packard pro zajišťování absolutní přesnosti 8,5místného multimetru HP 3458A. Takový etalon se skládá až z 18 992 Josephsonových přechodů v sérii, uložených v teplotě 4,2 K, na které se působí vf výkonem asi 5 mW na kmitočtu 70 až 100 GHz. Tím vznikne na charakteristice Josephsonových přechodů až 50 000 diskrétních stupňů, jejichž velikost záleží na frekvenci, náboji elektronu a Planckově konstantě. Umožní vytvořit napětí až 10 V, reprodukovatelnost je v současné době až pod 10^{-8}. Cena takového etalonu je však řádově 100 000 $ a přitom to není zdroj, ale jen metoda ke kontrole referenčních zdrojů. K uchování takto vytvořené jednotky napětí je nutné použít referenční zdroje. Dosud převládaly Westonovy články, nyní se začínají používat polovodičové referenční zdroje (např. FLUKE 732A, DATRON 4910, 4911), založené na výše popisovaných referenčních prvcích.

Literatura

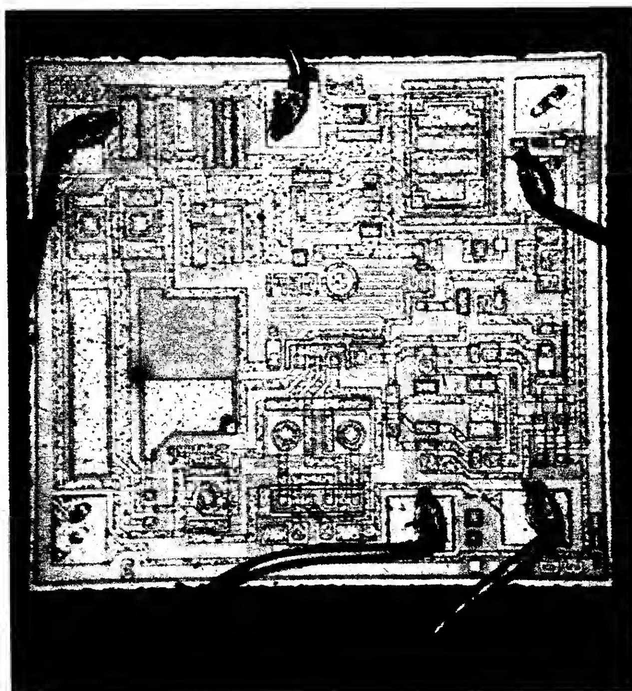
[1] *Tomeš, M.:* Využití nových principů při konstrukci výkonových napěťových stabilizátorů. Slaboproudý obzor 39, 1978, č. 6 s. 256.

[2] *Hykel; Tomeš; Kodeš:* Přesné referenční zdroje napětí. Acta polytechnica 5/III, 1, 1983, s. 29.

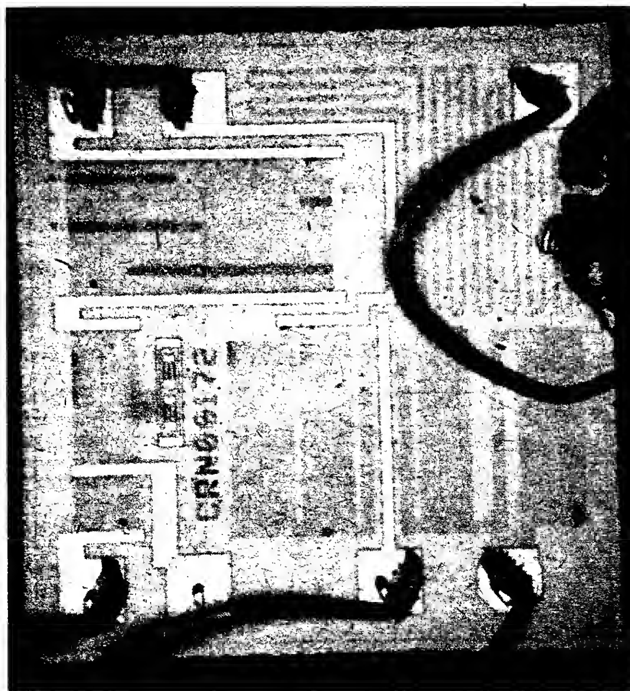
[3] *Hafer, Owen:* Low-power precision reference reduces long term drift, EDN, May 5, 1978, s. 99.

[4] *Goodenough Frank:* IC Voltage References Better Than Ever. El. Design, September 22, 1988, s. 83.

[5] Zajímavá Zenerova referenční dioda. AR-A č. 11/1989, s. 430.



Obr. 46. Operační zesilovač v obvodu REF 10 (asi OP 02)



Obr. 47. Přesný tenkovrstvý zpětnovazební odporový dělič obvodu REF 10, dostavovaný laserem

Změna napětí se stabilizátory 78xx

J. Hájek

Aby nedošlo k nedorozumění: změna napětí u monolitických integrovaných stabilizátorů napětí řady 78xx není pochopitelně možná, volbou vhodného zapojení vnějších prvků lze však dosáhnout výstupního stabilizovaného napětí stabilizátoru, odlišného od pevně stanoveného napětí monolitického obvodu.

Základní údaje, vnitřní zapojení a jeho zvláštnosti, popis funkce a možné aplikace najdeme v literatuře [1] až [3]. Je v ní použito odlišné značení řady monolitických stabilizátorů 78xx, tak jak je tomu v novější literatuře zvykem, oproti značení 7800 v [1], [2] a [5] (podle systematiky by stabilizátor 7800 měl výstupní napětí 0 V; to lze ale udělat jednodušeji – zkratem – a proto také takový stabilizátor neexistuje).

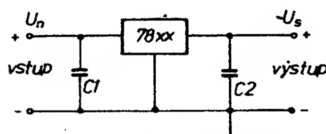
Je-li konstruktér postaven před úkol navrhnout stabilizovaný napájecí zdroj pro elektronické zařízení, najde základní údaje v konstrukčních příručkách, z nichž některé jsou specializovány na stabilizované a napájecí zdroje, např. [4] a [5]. O moderních třísvorkových monolitických stabilizátorech se tam však mnoho nedočte a tak zbývá jen prohlížet časopisy, ve kterých jsou však potřebná zapojení tak roztroušena, že je lze těžko nalézt a vybrat optimální obvod pro zadaný účel.

V moderních přístrojích by se měly používat moderní součástky a neměly by se dnes již navrhovat stabilizátory s diskrétními tranzistory. Rozhodne-li se tedy konstuktér pro monolitické stabilizátory a má-li za úkol navrhnout stabilizovaný zdroj z palubní sítě 12 V, má k dispozici pouze stabilizátor MA7805. Na něm by byl úbytek napětí 7 V a více než polovina příkonu napájeného zařízení by se proměnila v teplo. To je nejen nežádoucí, nýbrž i neekonomické. Pro dobrou stabilizaci stačí rozdíl mezi vstupním a stabilizovaným výstupním napětím 3 V. Nezbyde tedy než konstruovat stabilizátor z diskrétních součástek, použít zahraniční stabilizátor, nebo si pomoci vhodným zapojením (např. z tohoto příspěvku).

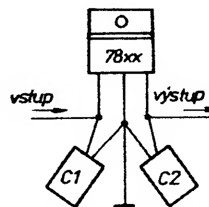
Přímému použití monolitických výkonových stabilizátorů pro nejrůznější účely brání jejich malý sortiment – TESLA vyrábí jen čtyři typy pro napětí 5, 12, 15 a 24 V. Jak je vidět z tabulky 1, sestavené z pramenů [6] a [7], nejsou na tom ani ostatní socialistické země lépe; jen v Bulharsku a Rumunsku jsou navíc vyráběny stabilizátory s napětím 8 V. V porovnání se světovou produkcí je možnost výběru monolitických stabilizátorů pro naše konstruktéry asi poloviční.

Ve světě jsou vyráběny monolitické stabilizátory nejen s větším počtem jmenovitých napětí, nýbrž i pro různé proudové zatížení (tomu odpovídá i jejich zapouzdření). Některé údaje jsou uvedeny v tab. 2, převzaté z [8]. Většina výrobců používá v označení číselnou skupinu 78, za kterou buď hned následuje dvojčíslí, specifikující výstupní napětí, nebo je mezi těmito dvojicemi čísel vloženo ještě písmeno, udávající maximální výstupní proud, přičemž L (=low) je pro 100 mA, M (=medium) pro 500 mA, bez písmene znamená 1 A. V tomto smyslu by bylo vhodné doplnit [9]. Lze se tedy setkat s označeními 78L05, 78M05 a 7805. Nověji vyrábí Fairchild i stabilizátory s písmeny H (=hybrid) pro 3 A a P (=power) pro 10 A, oboji však jen pro napětí 5 a 12 V v kovovém pouzdru TO-3 [10].

Základní zapojení monolitického stabilizátoru kladného napětí je na obr. 1. Nestabilizované vstupní napětí má být nejméně o 2 až 3 V vyšší, než stabilizované výstupní (jmenovité) napětí. Oba zakreslené kondenzátory neslouží k filtraci napětí (vstupní napětí musí být již předem vyfiltrováno), nýbrž k zamezení nežádoucích kmitů. Monoliticky integrované stabilizátory jsou právě tak jako monolitické operační zesilovače či tranzistory širokopásmové prvky, a to zejména pro dosažení lepších vlastností při zapnutí. Pro zajištění stabilního provozního stavu musí být všechny regulační členy externě kompenzovány. Tato kmitočtová kompenzace může být však snadno narušena kapacitou a indukčností spojů a může pak dojít k nekontrolovatelným kmitům výstupního napětí. Proto musí být kompenzující kondenzátory připojeny co nejtěsněji na vývody monolitického stabilizátoru, jak ukazuje obr. 2 na příkladu stabilizátoru v moderním plastickém pouzdru. Kondenzátory musí být bezindukční (např. keramické nebo tantalové) a jejich kapacita může být řádu stovek nanofaradů až jednotek mikrofaradů. Kondenzátor na výstupu by neměl mít větší kapacitu než 0,5 μF [11].



Obr. 1. Základní zapojení integrovaného monolitického stabilizátoru kladného napětí



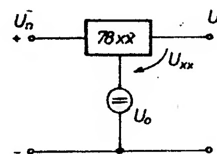
Obr. 2. „Těsné" připojení bezindukčních kondenzátorů na vývody stabilizátoru

Blokovací kondenzátory jsou však zapojeny jak na výstupu, tak i na vstupu monolitického stabilizátoru (proti společnému vývodu), i když na dalších schématech nejsou zakresleny.

Změna napětí

Třívývodové monolitické stabilizátory se chovají mezi výstupním a společným vývodem jako zdroje napětí, předem určeného ve výrobě, a souhlasí (s výrobními tolerancemi) s posledním dvojčíslím typového označení. Vstupní vývod slouží pouze k přívodu napájecího napětí, potřebného jak pro činnost obvodů vlastního stabilizátoru, tak i pro zásobování energií vnějších zatěžovacích obvodů, připojených na výstupní stabilizované napětí.

Protože nemůžeme změnit výstupní napětí monolitického stabilizátoru, zvolíme k dosažení odlišného výstupního napětí vhodné zapojení. V obr. 3 je jím sériové



Obr. 3. Princip změny stabilizovaného výstupního napětí zapojením pomocného stejnosměrného zdroje do společného vývodu monolitického stabilizátoru

Tab. 1. Přehled jmenovitých výstupních napětí třísvorkových monolitických integrovaných stabilizátorů kladného napětí řady 78xx podle výrobců a jejich označení

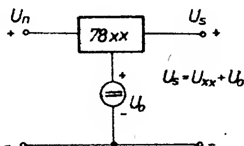
	Uxx [V]	5	6	7,5	8	8,5	10	12	15	18	20	24
Výrobce	typ xx	05	06	75	08	85	10	12	15	18	20	24
TESLA	MA 78xx	●						●	●			●
BLR	1RN 78xx	●			●			●	●			
PLR	ULY 75xx	●						●				
RSR	BA 78xx	●			●			●	●			●
Fairchild	μA 78xx	●	●		●			●	●	●	●	●
ITT	TDD 16xx	●	●		●		●	●	●	●		●
Motorola	MC 78xx	●	●		●			●	●	●		●
Nat. Sem.	LM 78xx	●	●		●			●	●	●		●
Nat. Sem.	LM 342P	●	●		●		●	●	●	●		●
Raytheon	LM 109	●										
SGS ATES	L78xx	●		●		●		●	●	●		●
Siemens	TDB 78xx	●	●		●			●	●	●		●
Silicon Gen.	SG 78xx	●	●		●			●	●	●	●	●
Texas Instr.	μA 78xx	●	●		●			●	●	●	●	●
Thomson	SFC 28xx	●	●					●	●			●

Tab. 2. Výstupní napětí a označení zahraničních monolitických stabilizátorů řad 78xx (1 A), 78Mxx (0,5 A) a 78Lxx (0,1 A)

U_{xx}	78.xx		
[V]	L	M	–
2,6	02		
5	05	05	05
6		06	06
6,2	06		
8		08	08
8,2	08		
12	12	12	12
13,8			14
15	15	15	15
18			18
20		20	
24		24	24

spojení dvou zdrojů napětí: výstupího napětí monolitického stabilizátoru U_{xx} a dalšího stejnosměrného zdroje s napětím U_0. U tohoto zdroje nás zajímá, jak je pólován a jakým způsobem je realizován.

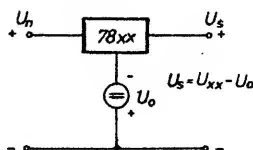
Je-li stejnosměrný sériově připojený zdroj napětí U_0 pólován podle obr. 4, tj. stejně jako napětí monolitického stabilizátoru, je výsledné stabilizované napětí U_s rovno jejich součtu.



Obr. 4. *Zapojení pro zvýšení výstupního stabilizovaného napětí*

Je-li zdroj napětí U_0 pólován opačně, je výsledné napětí U_s dáno rozdílem obou napětí, jak ukazuje obr. 5.

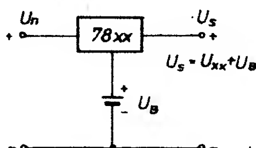
Realizace zdroje napětí U_0 je předmětem mnoha příspěvků v různých publikacích, někdy nesnadno dostupných, a proto se zde pokusme o jakousi klasifikaci a uvedení několika zapojení z praxe.



Obr. 5. *Zapojení pro snížení výstupního stabilizovaného napětí*

Zvýšení stabilizovaného napětí

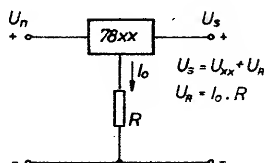
Nejjednodušší způsob zvýšení stabilizovaného napětí je sériové připojení skutečného zdroje napětí, tvořeného jedním nebo více (v sérii zapojenými) chemickými články, jak je naznačeno na obr. 6 podle [12]. Mohou to být jak primární články (zejména vhodné pro experimentování), tak i články sekundární, např. akumulátory NiCd. Při provozu prochází články klidový proud stabilizátoru a nabíjí je.



Obr. 6. *Zapojení chemického článku jako pomocného zdroje*

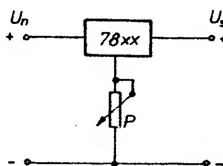
Tento klidový proud můžeme také využít pro vytvoření zdroje napětí podle obr. 7. Úbytek napětí na odporu R se přičítá k výstupnímu napětí monolitického stabilizátoru. Takové zapojení můžeme však použít jen ve výjimečných případech, neboť značně zhoršuje celkovou stabilitu výstupního napětí U_s. Klidový proud se totiž mění s kolísáním vstupního nestabilizovaného napětí, jehož změny se tak přenášejí na výstup.

Navíc má i tento proud určité odchylky, dané výrobními tolerancemi, takže je pro nastavení požadovaného napětí zapotřebí



Obr. 7. *Pomocné napětí tvoří úbytek na odporu R průtokem klidového proudu I_0*

použít potenciometr (obr. 8). Obvykle je klidový proud stabilizátoru I_0, měřený na společné svorce monolitického stabilizátoru, v rozmezí od 4 do 8 mA; u některých zahraničních stabilizátorů byl naměřen proud i přes 10 mA. Pro výpočty se volí přibližná hodnota 5 mA, [6a] udává průměrnou hodnotu 4,2 mA, přičemž I_0 není větší než 8 mA. Katalogy jiných výrobců vykazují podobné údaje klidového proudu.



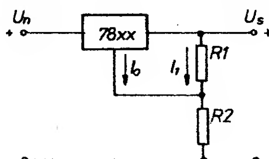
Obr. 8. *Pevný odpor nahrazen potenciometrem*

Zapojení podle obr. 8 lze rovněž využít k jemnému nastavení výstupního napětí, zejména chceme-li pro větší odběr proudu zapojit monolitické stabilizátory paralelně. Odpor potenciometru P by měl být v tomto případě nejméně 200 Ω [13].

Vhodnější způsob, jak zmenšit vliv kolísání klidového proudu I_0 na zvýšené výstupní stabilizované napětí U_s, je použít odporový dělič podle obr. 9. Na jeho střední vývod je zapojen společný vývod monolitického stabilizátoru. Čím větší je proud děličem v porovnání s I_0, tím menší je vliv kolísání I_0 na výstupní napětí. Toto zapojení je uváděno téměř ve všech katalozích, aplikačních příručkách a časopiseckých článcích. Pro výpočet výsledného stabilizovaného napětí platí vztah

$$U_s = U_{xx}(1 + \frac{R_2}{R_1}) + I_0 R_2,$$

shodně uváděný v [2], [5], [6b], [6g], [7b], [7d], [14] a [15], zatímco v [16] a [17] je nesprávný.



Obr. 9. *Zdrojem pomocného napětí je dělič napájený z výstupního stabilizovaného napětí*

Poněkud jiné vyjádření pro výsledné napětí uvádí [10] a [18]:

$$U_s = U_{xx} + (\frac{U_{xx}}{R_{11}} + I_0)R_2.$$

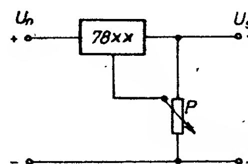
Při znalosti požadovaného výstupního stabilizovaného napětí U_s, výstupního napětí monolitického stabilizátoru U_{xx} a jeho klidového proudu I_0 a po volbě proudu I_1 děličem lze vypočítat příslušné odpory ze vztahů:

$$R_1 = \frac{U_{xx}}{I_1} \text{ a } R_2 = \frac{U_s - U_{xx}}{I_1 + I_0},$$

přičemž [14] doporučuje volit I_1 rovné nejméně pětinásobku I_0.

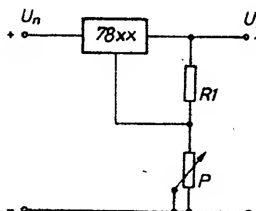
Tabulka odporů R_1 a R_2 pro získání výstupního napětí 5 až 10 V se stabilizátorem MA7805 je uvedena v [15].

Stejné vztahy platí i při použití potenciometru namísto pevného děliče na obr. 10 podle [19]. To je vhodné zejména pro experimentování nebo pro rychlé zjištění potřebných odporů bez počítání.



Obr. 10. *Pevný dělič nahrazen potenciometrem*

Je-li zapotřebí proměnné napětí, vyšší než je napětí monolitického stabilizátoru, používá se nejčastěji zapojení podle obr. 11. Proměnný je pouze dolní odpor děliče. Odpory R1 a P a příslušná napětí jsou sestaveny z literatury do tabulky 3. Jinak platí výše uvedené vztahy.



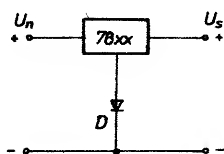
Obr. 11. *Pro plynulou regulaci výstupního napětí od jmenovitého napětí stabilizátoru výše je dolní rezistor děliče nahrazen potenciometrem*

Sériově zapojený zdroj napětí lze realizovat nejen rezistory, nýbrž i polovodičovými součástkami, jako jsou např. diody. Zapojení na obr. 12 podle [22] využívá strmé charakteristiky diody (zejména křemíkové) v propustném směru a zvyšuje výstupní napětí přibližně o 0,7 V. To může být výhodné zejména

Tab. 3. Údaje součástek a parametrů regulovatelných zdrojů podle obr. 11

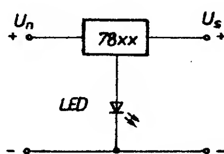
Integrovaný stabilizátor	U_n [V]	R_1 [Ω]	P [Ω]	U_s [V]	lit.
7805	23	470	1000	5 až 20	[10]
–	–	330	1000	–	[12]
–	–	300	1000	–	[13]
7805	11	390	470	5 až 9	[24]
7805	35	470	2500	5 až 25	[25]
LM 109	–	300	1000	–	[6f]
TBA 625 A	16	470	470	5 až 10	[7d]

v zapojeních, u kterých je nutná sériová dioda v napájecí větvi zatěžovacího obvodu, nebo potřebujeme-li jen nepatrně zvýšené napětí.



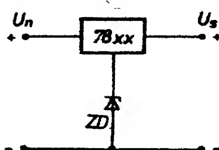
Obr. 12 Pomocný zdroj realizován polovodičovou diodou v propustném směru

Ještě výhodnější je použít svítivou diodu (obr. 13), která současně signalizuje provoz stabilizátoru, nenahrazuje však indikaci výstupního stabilizovaného napětí. Vzhledem k malému dynamickému odporu jsou nejvýhodnější infračervené nebo červené světelné diody [20].

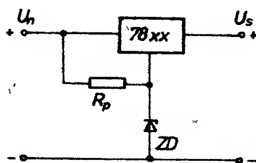


Obr. 13. Pomocný zdroj realizován svítivou diodou

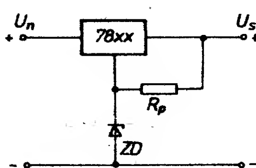
Další možností je zapojit Zenerovy diody podle obr. 14 [10], [13]. Tento způsob se používá i ve spojení s moderními stabilizátory pro proudy 3 a 10 A, vyráběnými jen pro napětí 5 až 12 V [10]. Je-li klidový proud monolitického stabilizátoru menší, než potřebný proud Zenerovou diodou, lze jej zvětšit o proud rezistorem R_p podle obr. 15, nebo ještě lépe v zapojení na obr. 16 podle [14]. V těchto zapojeních lze použít i Zenerovy



Obr. 14. Pomocný zdroj realizován Zenerovou diodou



Obr. 15. Zvětšení proudu Zenerovou diodou přídavným proudem z nestabilizovaného zdroje napětí



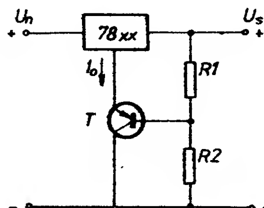
Obr. 16. Zvětšení proudu Zenerovou diodou přídavným proudem ze zdroje stabilizovaného napětí

diody s vyšším napětím, je však nutno mít na zřeteli, že při překročení doporučeného vstupního napětí nepracuje teplotní ochrana a ochrana proti zkratu [14]. Je-li klidový proud stabilizátoru větší, než je pracovní proud použité Zenerovy diody, lze k ní připojit paralelně odpor. Zapojení na obr. 12 a 14 lze kombinovat; do série se Zenerovou diodou lze zapojit další diody v propustném směru [21].

Vlastnosti zapojení k získání vyššího napětí lze zlepšit použitím aktivních polovodičových součástek – tranzistorů a integrovaných obvodů. Zapojení na obr. 17 podle [13] s tranzistorem T vychází z obr. 9. Vliv změn klidového proudu monolitického stabilizátoru na výstupní napětí je zmenšen proudovým zesilovacím činitelem podle vztahu

$$U_s = (U_{xx} + U_{BE}) \cdot (1 + \frac{R_2}{R_1}) + \frac{I_o R_2}{h_{21}},$$

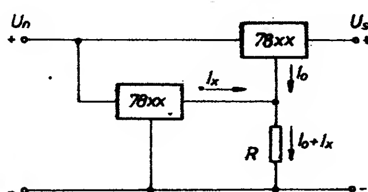
kde U_{BE} je napětí báze-emitor tranzistoru a h_{21} jeho proudové zesílení. Zapojením diody v sérii s rezistorem R1 lze kompenzovat teplotní změny napětí, způsobené použitím tranzistoru [16]. Odpory děliče mohou být poměrně velké.



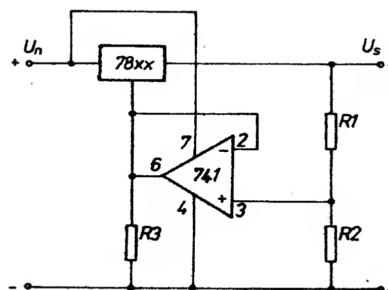
Obr. 17. Zmenšení vlivu kolísání klidového proudu I_o tranzistorem

Využitím dalšího monolitického stabilizátoru jako zdroje pomocného napětí podle obr. 18 lze získat velmi stabilní zdroj s vyšším napětím. Rezistor R je v zapojení nutný, neboť jím protéká nejen klidový proud hlavního stabilizátoru, nýbrž i zatěžovací proud pomocného stabilizátoru. V té souvislosti je nutno upozornit na to, že některé monolitické stabilizátory potřebují pro uspokojující činnost určitý minimální zatěžovací proud. Při menších výstupních proudech může být jmenovité výstupní napětí mnohem větší, než požadované. Na to je zapotřebí dbát ve všech kritických zapojeních. Podle [22] je např. pro LM309 předepsán minimální výstupní proud 5 mA, který nemusí být vždy dosažen, zejména při použití moderních obvodů CMOS s malým odběrem proudu. Odpomocí je trvalé připojení zatěžovacího odporu, spojeného např. se svítivou diodou k indikaci stabilizovaného výstupního napětí.

Použití operačního zesilovače ukazuje obr. 19, vycházející rovněž z obr. 9. Dělič z rezistorů R1 a R2 bývá nahrazen potenciometrem o odporu 10 kΩ, umožňujícím regulovat výstupní stabilizované napětí v širokých mezích. Rezistor R3 bývá buď vynechán [1], [6g], [17], [18] a [19] nebo má odpor 1 kΩ [2], [6b], [7d], [15], [16] a [23] (obr. 19 a 22 v [2] jsou vzájemně zaměněny). Při vstupním napětí U_n = 25 V je např. udáván rozsah regulovatelného výstupního napětí 7,5 až 22 V [19].



Obr. 18 Zdrojem pomocného napětí je monolitický stabilizátor

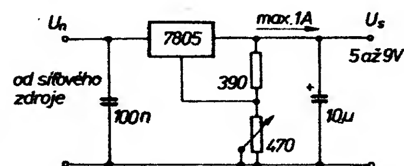


Obr. 19. Operační zesilovač v obvodech pomocného zdroje

Příklady z praxe

U mikropočítače Sinclair ZX-81 je monolitický stabilizátor 7805 s chladičem umístěn přímo pod fóliovou klávesnicí přístroje, která při delším provozu nepřípustně ohřívá. Vyzářené teplo ohřívá i vnitřek pouzdra a desku s integrovanými obvody a může zkracovat jejich dobu života. Nadměrné teplo je způsobeno příliš velkým napětím některých síťových doplňků, které má podle podkladů být v rozmezí 7 až 11 V, měřeno bylo však až 15 V [24]. Pro zmenšení tepelného zatížení přístroje je vhodné použít předběžnou stabilizaci a zmenšit vstupní napětí použitím obvodu 7808 nebo zapojením podle obr. 20, odpovídajícím zapojení na obr. 11. Nedoporučuje se však zmenšit napětí na méně než 7 V, neboť vnitřní stabilizátor v ZX-81 potřebuje pro svou činnost alespoň dva volty rozdílu mezi vstupním napětím a výstupním stabilizovaným napětím 5 V.

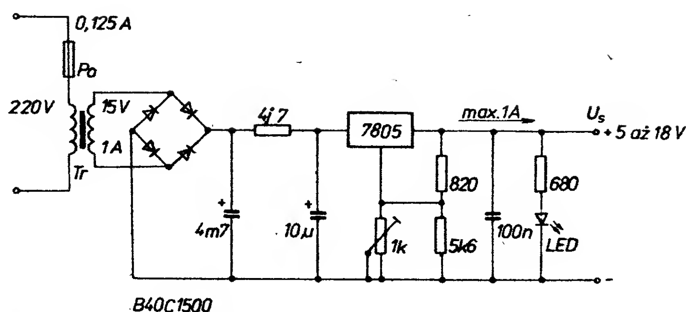
Obdobné zapojení s monolitickým stabilizátorem 7805, rezistorem o odporu 470 Ω a potenciometrem 2,5 kΩ pro U_n = 35 V a U_s regulovatelné v rozmezí od 5 do 25 V při výstupním proudu 1 A je uvedeno v [25].



Obr. 20. Doplněk k mikropočítači Sinclair ZX-81, zmenšující jeho tepelné zatížení při provozu

Jednoduchý stabilizovaný síťový zdroj s nastavitelným výstupním napětím podle [26] je na obr. 21. Prakticky je zde realizováno zapojení sériového odporu před monolitický stabilizátor, doporučované rovněž v [11]. Výstupní napětí se nastavuje potenciometrem 1 kΩ, provoz je indikován svítivou diodou. Zdroj je umístěn do pouzdra 120 × 65 × 65 mm, jehož součástí je i síťová zástrčka.

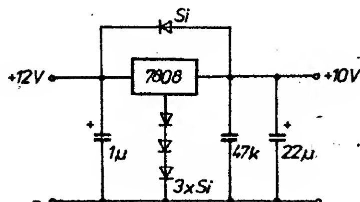
Zdroj napětí s diodou v propustném směru podle obr. 12 lze realizovat též zapojením



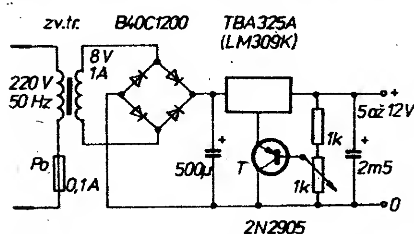
Obr. 21. Stabilizovaný síťový zdroj s nastavitelným výstupním napětím

více diod do série, jak ukazuje obr. 22 podle [27]. Křemíková dioda, zapojená paralelně k monolitickému stabilizátoru, slouží k jeho ochraně.

Zvýšení napětí na výstupu stabilizátoru zapojením křemíkové diody do společného vývodu kompenzuje úbytek napětí na oddělovacích diodách pro napájení jak logických obvodů, tak i paměti s odděleným napájením (ta je při výpadku sítě udržována pod napětím náhradním zdrojem ze tří akumulátorů NiCd, aby nedošlo ke ztrátě zapamatované informace). Další dioda v sérii s odporem slouží k dobíjení akumulátoru NiCd z napájecího napětí. Toto zapojení na obr. 23 podle [28] je sice poněkud složitější než v [29], má však výhodu, že napájecí napětí číslicových obvodů je skutečně 5 V a nikoli nižší než výstupní napětí použitého monolitického stabilizátoru – o úbytek na oddělovací diodě.

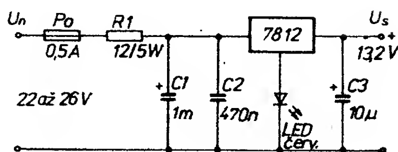


Obr. 22. Sériové zapojení několika polovodičových diod v propustném směru ve společném vývodu monolitického stabilizátoru



Obr. 23. Zapojení zdroje elektronického zařízení s mikroprocesorem, jehož paměť je v případě výpadku napájecího nestabilizovaného napětí udržována pomocným zdrojem ze tří článků NiCd

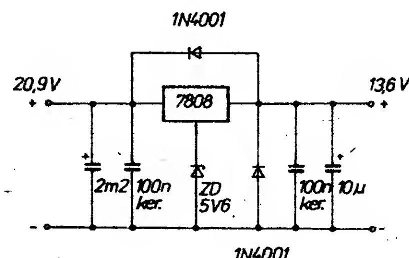
Použití svítivé diody podle obr. 13 v jednoduchém měniči napětí 24 V/12 V pro palubní sítě s napětím 24 V (pro napájení přístrojů 12 V, např. kazetových magnetofonů, přijímačů apod.) je na obr. 24 podle [30]. Ve dvanáctivoltových palubních sítích je převážně napětí 13,2 V, které bylo v tomto případě zvoleno jako výstupní napětí stabilizátoru. Svítivá dioda současně indikuje provoz, rezistor R1 spolu s pojistkou zvětšují vnitřní odpor zdroje nestabilizovaného napětí [11], C1 potlačuje rušivé impulsy z palubní sítě. Při zmenšeném výstupním proudu (do 0,3 A) může kolísat vstupní napětí v rozmezí 20 až 28 V.



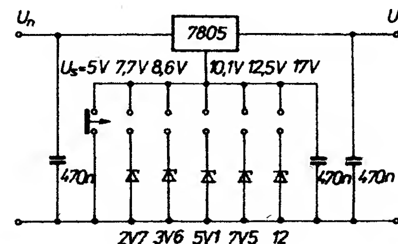
Obr. 24. Zapojení stabilizovaného zdroje pro elektronické přístroje s napájecím napětím 12 V, provozovaných z palubní sítě 24 V

Praktický příklad zapojení Zenerovy diody podle obr. 14 je na obr. 25, viz [31]. Diody, zapojené paralelně k výstupu a překlenující monolitický stabilizátor, slouží opět k jeho ochraně.

Zapojení několika Zenerových diod, přepínatelných přepínačem podle obr. 26, je převzato z [19]. Snadno tak získáme zdroj přepínatelného stabilizovaného napětí pro zařízení s různým napájecím napětím.

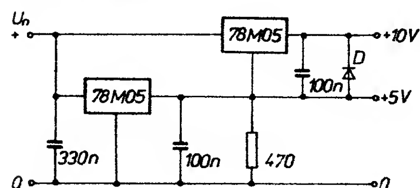


Obr. 25. Zdroj kladného napájecího napětí pro mikropočítač a jiná elektronická zařízení



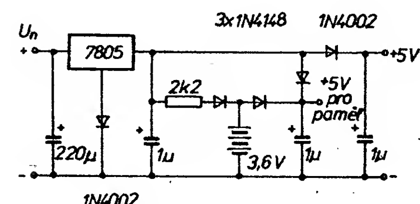
Obr. 26. Zdroj přepínatelného stabilizovaného napětí s několika Zenerovými diodami

Příkladem sériového zapojení dvou monolitických stabilizátorů na principu z obr. 18 je zdroj dvou stabilizovaných napětí podle [14] na obr. 27. Napětí +10 V je odebíráno z horního monolitického stabilizátoru, jehož společný vývod je připojen k výstupu dolního stabilizátoru. Ten dodává výstupní napětí +5 V. Dioda D slouží k ochraně stabilizátoru a usnadňuje jeho správné uvedení do provozu. Rezistor je nutný pro klidový proud horního stabilizátoru a lze jej ze zapojení vypustit, je-li zaručen minimální zatěžovací proud dolního stabilizátoru větší, než je klidový proud horního stabilizátoru.



Obr. 27. Stabilizovaný zdroj dvou kladných napětí

Jednoduchý regulovatelný zdroj v zapojení z obr. 17 je podle [23] na obr. 28. Je použit zvonkový transformátor. Při jeho sekundárním napětí 8 V lze regulovat výstupní stabilizované napětí potenciometrem 1 kΩ v obvodu báze tranzistoru T, zapojeného do společného vývodu monolitického stabilizátoru typu 7805, v rozmezí od 5 do 12 V. Požaduje-li se regulace napětí od nuly, je nutno snížit výstupní napětí tak, aby bylo menší než výstupní napětí použitého integrovaného stabilizátoru.

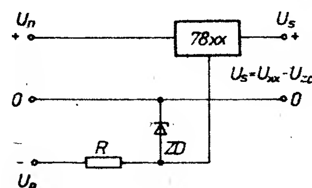


Obr. 28. Jednoduchý stabilizovaný síťový zdroj s regulovatelným výstupním napětím

Snížení stabilizovaného napětí

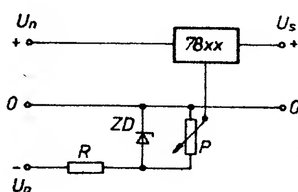
Princip snížení výstupního stabilizovaného napětí je naznačen na obr. 5. Nejjednodušeji by se dal prakticky realizovat obrácením polarity pomocného zdroje na obr. 6. Pro jeho dobíjení, je-li použita např. baterie akumulátorů NiCd, by však bylo zapotřebí použít zvláštní zdroj záporného napětí, právě tak jako pro všechna ostatní zapojení s pomocnými zdroji, vytvářenými např. z úbytku na diodách.

Na obr. 29 je znázorněno jednoduché zapojení se Zenerovou diodou, odpovídající v principu obr. 15. Dioda je však pólována obráceně a napájena z pomocného zdroje záporného napětí. Napětí lze regulovat v zapojení podle obr. 30. Nahradíme-li jednoduchý zdroj se Zenerovou diodou stabilnějším pomocným zdrojem s integrovaným stabilizátorem, dostaneme praktické zapojení sta-

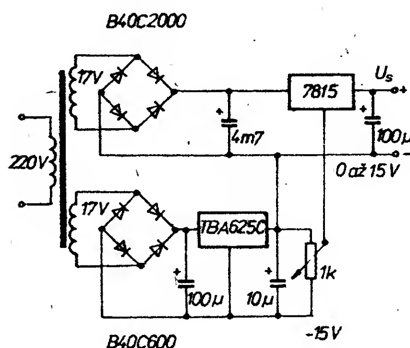


Obr. 29. Snížení výstupního napětí stabilizátoru pomocným zdrojem záporného napětí, realizovaným Zenerovou diodou

bilizovaného zdroje regulovatelného od nuly podle [12] (obr. 31). Pomocný stabilizátor může dodávat jen malý výstupní proud. V podstatě se jedná o obdobu zapojení z obr. 18: dolní monolitický stabilizátor je však polován opačně a rezistor R je pro dosažení proměnného výstupního napětí nahrazen potenciometrem.



Obr. 30. Možnost regulace výstupního napětí potenciometrem



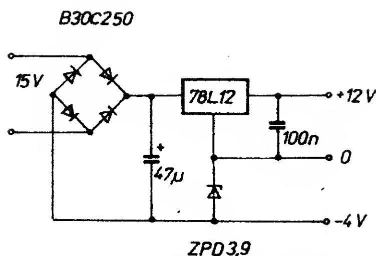
Obr. 31. Zapojení stabilizovaného zdroje s napětím, nastavitelným od nuly do 15 V

Zapojení stabilizovaného zdroje s regulovatelným napětím od 0 do 24 V s monolitickým stabilizátorem 7805 a operačním zesilovačem 741 podle principu na obr. 19 bylo zveřejněno v [33]. Připojení dolního konce rezistoru R2 na zdroj záporného pomocného napětí dovoluje regulovat na napětí nižší i vyšší, než je jmenovité napětí použitého integrovaného stabilizátoru. (V pramenu [33] je bohužel kresličská chyba v regulačním obvodu: spojnice potenciometrů P2 a P4 nemá být spojena se záporným pólem zdroje).

Zdroje kladného a záporného napětí

Vyvedením středu dvou sériově spojených zdrojů napětí podle obr. 4 a jeho uzemněním (spojením se společným vodičem) dostáváme jednoduchý zdroj kladného a záporného napětí, potřebného např. pro napájení obvodů v nenáročných aplikacích operačních zesilovačů. Praktickým příkladem je zapojení podle [34] (obr. 32), odpovídající v podstatě zapojení z [35]. Nevýhodou tohoto zapojení je, že Zenerovou diodou protéká proud kladné větve napájecího napětí, což nejen nepřispívá ke stabilizaci (zejména při proměnném odběru proudu), nýbrž i vyžaduje použít výkonovou Zenerovu diodu. Tento nedostatek odstraňuje použití tranzistoru v zapojení podobném zapojení na obr. 17, v němž je R2 nahrazen Zenerovou diodou. Stabilita napětí záporné větve se zlepšuje s velikostí proudového zesilovacího činitele použitého tranzistoru [36].

Ještě lepší stabilizace dosáhneme použitím dvou monolitických stabilizátorů podle obr. 27. Zvolíme-li za společný bod výstupní



Obr. 32. Zdroj kladného a záporného napětí

svorku dolního stabilizátoru, přemění se zapojení ve zdroj symetrických stabilizovaných napětí +5 V a −5 V [14].

Je-li požadováno symetrické regulovatelné napětí, je možno spojit závisle („tracking") dva zdroje podle obr. 19, jak je tomu v [18] a [37], s možností regulace od 7 do 18 V.

Využití principu z obr. 29 se stabilizátorem 7815 a dvěma přepínanými Zenerovými diodami umožňuje získat kladné napětí 9, 12 a 15 V, které je svázáno s napětím v záporné větvi, získaným v jednoduchém stabilizátoru s operačním zesilovačem a sériovým tranzistorem [38], [39] a [40]. V [40] opomenutá, v [39] zakreslená, ale nekomentovaná „prázdná" poloha přepínače není vysvětlena bohužel ani v originálu [38].

Použitím dvou oddělených sekundárních vinutí, dvou usměrňovačů s filtrací a dvou monolitických stabilizátorů se sériově spojenými výstupy vznikne zdroj pevného kladného a záporného napětí, v případě stejných stabilizátorů i souměrného napětí [2], [14].

Zdroje řízeného napětí

Sériově zapojený zdroj napětí U_0 z obr. 3 nemusí být jen zdrojem konstantního napětí. Může být i proměnný, napěťově či proudově řízený či spínaný. Tak dostaneme na výstupních svorkách stabilizátoru napětí, měnící se podle řídicího proměnného napětí. V zapojení podle obr. 9 je dolní rezistor děliče přemostěn spínaným tranzistorem a zdroj je využit jako zdroj pro programování pamětí PROM [41]. Podobně lze zapojení na obr. 19 upravit zapojením vstupu operačního zesilovače na výstup řídicího napětí AFC (namísto na výstupní dělič), a získat tak proměnné napětí pro varikapy [42].

Měnicí se stejnosměrné napětí je v podstatě variantou napětí střídavého, signálového, a tak lze zapojením střídavého pomocného napěťového zdroje namísto stejnosměrného podle obr. 3 vlastně ze stabilizátoru získat výkonový modulátor ve smyslu [43]. Ale to již je jiná kapitola.

Závěr

V příspěvku je vysvětlen princip změny napětí „pevných" monolitických stabilizátorů zapojením pomocného zdroje stejnosměrného napětí do společného vývodu. V závislosti na pólování tohoto pomocného zdroje lze získat výsledné napětí větší nebo menší.

Pro realizaci pomocného zdroje se nabízí řada možností, které jsou systematicky seřazeny, popsány a doloženy řadou praktických příkladů z naší i zahraniční literatury.

Přehledně jsou ukázány další možnosti aplikací výkonových monolitických stabilizátorů napětí řady 78xx a předloženy náměty k experimentování s těmito výhodnými lineárními integrovanými obvody.

Při výčtu výhod předložených zapojení nelze zapomenout ani na některá omezení. Spojení společného vývodu s pouzdrem a případně i chladičem přináší konstruktérovi problémy s izolací. Otázky celkového zhoršení stabilizace navrženého stabilizátoru vlivem nedostatečné stability pomocného zdroje nejsou v literatuře diskutovány. Podobný rozbor s poukazem na možnosti minimalizace však přesahuje rámec příspěvku.

Pro zapojení stabilizovaných zdrojů s možností nastavit výstupní napětí jsou v zahraničí vyráběny speciální integrované monolitické stabilizátory s nízkým výstupním napětím (asi 1,2 V), vhodné pro popisovaná zapojení zejména s nastavitelným nebo regulovatelným výstupním napětím (např. LM117, LM317, LM338 apod.). Výběrem vhodného zapojení lze však obejít jejich nedostatky a realizovat požadovaný stabilizátor s monolitickým obvodem typu 78xx. Předložený článek ukazuje možnosti, jak řešit stabilizované zdroje pro nejrůznější požadavky i z mála dostupných integrovaných stabilizátorů.

Literatura

[1] *Klacek, J.:* Pevné monolitické stabilizátory. Sdělovací technika 1976 č. 5, s. 189 až 191.

[2] *Čech, S.; Machalík, L.:* Integrované výkonové stabilizátory napětí MA7800. ST 1977, č. 10, s. 375 až 380.

[3] *Tomeš, M.:* Využití nových principů při konstrukci výkonových napěťových stabilizátorů. Slaboproudý obzor 1978, č. 6, s. 256 až 261.

[4] *Stabrowski, M.:* Stabilizátory stejnosměrného napětí a proudu. SNTL: Praha 1975.
Syrovátko, M.: Navrhování napájecích zdrojů pro elektroniku. SNTL: Praha 1977.

[5] *Mallat, J.; Krofta, J.:* Stabilizované napájecí zdroje pro mikroelektroniku. SNTL/ALFA: Praha 1985.

[6] Katalogy výrobců polovodičů: TESLA 1979 až 1985, Fairchild 1973, Intermetall ITT 1978, Motorola 1980, National Semiconductor 1977, Raytheon 1974, SGS ATES 1978, Siemens 1981, Silicon General 1978, Texas Instruments.

[7] Radiový konstruktér 1974, č. 3, s. 51 až 54; AR 1975, č. 12, s. 453 až 454; AR-B 1976, č. 4, s. 130, AR-B 1978, č. 4, s. 124 až 125. Příloha AR 1981, s. 79.

[8] *Bernstein, H.:* Integrierte Festspannungsregler. Populäre Elektronik 1983, č. 3, s. 44 až 45.

[9] *Sž:* Značení integrovaných regulátorů napětí. ST 1978, č. 2, s. 77.

[10] *Mijtelen, R.; Bach, F.:* Stromversorgung leichtgemacht: Schnell und stabil mit Regler-ICs. Elrad 1985, č. 6, s. 53 až 56.

[11] *-yp-:* Nežádoucí chování obvodů se stabilizátory řady 78xx. ST 1982, č. 5, s. 197.

[12] *Gramberg, E.:* Integrierte Spannungsregler mit variabler Ausgangsspannung. Funkschau 1976, č. 16, s. 693.

[13] *Mourier, G.:* Z-Dioden. Franzis: München 1979.

[14] Voltage Regulator Handbook. Fairchild 1978.

[15] AR-B 1984, č. 6, s. 217 až 218.

[16] *Lösel, M-E.:* Integrierte Spannungsregler mit interner Programmierung. Funkschau 1973, č. 4, s. 119 až 121, oprava vztahů: Funkschau 1973, č. 13, s. 462.

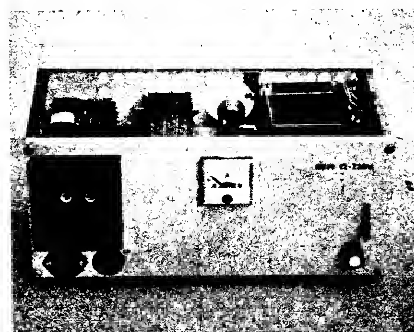
[17] Lineare Spannungsregler. Anwendungen. Siemens 1977.

[18] Voltage Regulator Handbook. National Semiconductor 1975.

[19] *Nührmann, D.:* Tips und Schliche. Franzis, München 1980 s. 94 až 96.
[20] ST 1980, č. 11, s. 438 až 439.
[21] AR 1981, č. 6, s. 23.
[22] *Sternberg, G.:* Ärger mit Spannungsreglern. Funkschau 1984, č. 9, s. 85.
[23] Elektronik 1984, č. 5, s. 100.
[24] *Ollech, H-J.:* ZX-81-Hardwaretip: Kühler für den Spannungsregler. Funkschau 1983, č. 11, s. 77.
[25] AR-B 1982, č. 5, s. 193.
[26] *Daubach, K. R.:* Ich baue mein Labor selbst. Otto Maier Verlag: Ravensburg 1983.
[27] CHIP 1983, č. 4, s. 237.
[28] Elrad 1981, č. 9, s. 28.
[29] ST 1981, č. 2, s. 80.
[30] Einfacher Spannungswandler 24 V – 12/ /0,5 A. ELV journal č. 23, Sept./Okt. 1982, s. 40.
[31] rf: Das Computer-Netzgerät. HC-Mein Home-Computer 1984, č. 6, s. 98 až 101.
[32] *Biebersdorf, K.-H.:* Bastelbuch der Digitalelektronik. Franckh'sche: Stuttgart 1979, s. 9.
[33] *Klacek, J.:* Aplikace pevných monolitických stabilizátorů napětí. ST 1977 č. 3, s. 103 až 104.
[34] Elektronik 1980, č. 3, s. 88.
[35] ST 1983, č. 5, s. 198.
[36] ST 1983, č. 11, s. 440.
[37] ST 1983, č. 8, s. 318.
[38] *McDonald, J.:* Variable output regulator. Wireless World 1981, July, s. 76.
[39] ST 1982, č. 7, s. 261.
[40] AR-B 1983, č. 3, s. 98.
[41] AR 1985, č. 3, s. 98.
[42] AR-B 1982, č. 3 s. 103.
[43] ST 1978, č. 5, s. 182.

Reverzibilní měnič 12/220 V, 100 W

Ing. Petr Tomíček



Popsaný reverzibilní měnič byl navržen pro napájení malých spotřebičů. Mohou to být např. elektromagnetické ventily, oběžná čerpadla ústředních topení, vzduchovací motorky pro akvaristiku, vibrační stříkací pistole, barevné televizory apod. Měničem lze rovněž zálohovat napájení zařízení výpočetní techniky.

Technické údaje

Měnič

Vstup: ss napětí 10 až 14,5 V, akumulátor NiCd nebo Pb 12 V.
Výstup: st napětí pro spotřebiče 220 V/ /50 Hz.
Max. výkon: 100 W, krátkodobě 130 W.
Průběh st proudu: obdélník s mezerou.
Způsob regulace: šířkou mezery.
Rozsah regulace: asi 40 až 100 %.
Stabilita kmitočtu měniče: lepší než 1 %.
Max. účinnost měniče: asi 80 až 85 %.
Aut. vypnutí měniče při poklesu napětí akumulátoru.

Nabíječ

Určen pro akumulátor 12 V NiCd nebo Pb.
Režim činnosti: automatika s možností přepnout buď na trvalé nabíjení nebo na vypnutí nabíječe po nabití.
Průměrný nabíjecí proud: asi 2,3 (3,8) A
Udržovací proud: přepínatelný ve dvou stupních 50 nebo 100 mA.

Reverzibilní měnič

Na obr. 2 je nakresleno celkové schéma reverzibilního měniče. Na obr. 3 je nakresleno schéma řídicího obvodu měniče a na obr. 4 schéma řídicího obvodu nabíječe. Přestože se oba tyto obvody nacházejí na jedné desce s plošnými spoji řídicí jednotky, pro lepší přehlednost jsou kresleny odděleně.

Druh činnosti měnič/nabíječ je automaticky přepínán kontaktem re_a relé Re. Kontakt re_a přepíná napájecí napětí buď do řídicího obvodu měniče nebo nabíječe. Řídicí obvod, který je bez napájecího napětí, rozpojí výkonové obvody měniče nebo nabíječe. Relé Re odpojí navíc kontaktem re_b zálohovaný spotřebič od sítě, pracuje-li přístroj jako měnič.

Dioda D1 chrání elektronickou část proti poškození. Připojíme-li akumulátor omylem obráceně, způsobí přepálení pojistky P1.

Měnič

Volba koncepce měniče

V popisovaném měniči je využíváno obdélníkového průběhu proudu s mezerou, viz [1] (překlad uveřejněn v [2]) a obr. 1. Tento průběh má oproti klasickému obdélníkovému průběhu bez mezery některé výhody. Více se blíží sinovému, zmenšuje klidový proud a mechanický „brum" výkonového transformátoru a zlepšuje účinnost.

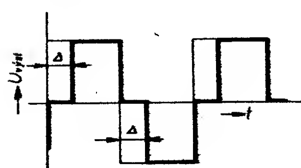
Řadou opakovaných měření akumulátoru NiCd (konkrétně typu NKN 45) bylo dále zjištěno, že odebíráme-li z akumulátoru energii proudem tepajícím (obdélník s mezerou), je množství odebrané energie do vybití akumulátoru větší, než při vybíjení stálým stejnosměrným proudem. Souvisí to pravděpodobně s částečnou regenerací akumulátoru v mezerách mezi vybíjecími impulsy.

Navíc získáme možnost regulovat přenášený výkon. Většina jištěných spotřebičů totiž uspokojivě pracuje i při sníženém napájecím napětí. Toho lze využít a prodloužit tak dobu, po kterou je měnič schopen dodávat náhradní energii z akumulátorové baterie.

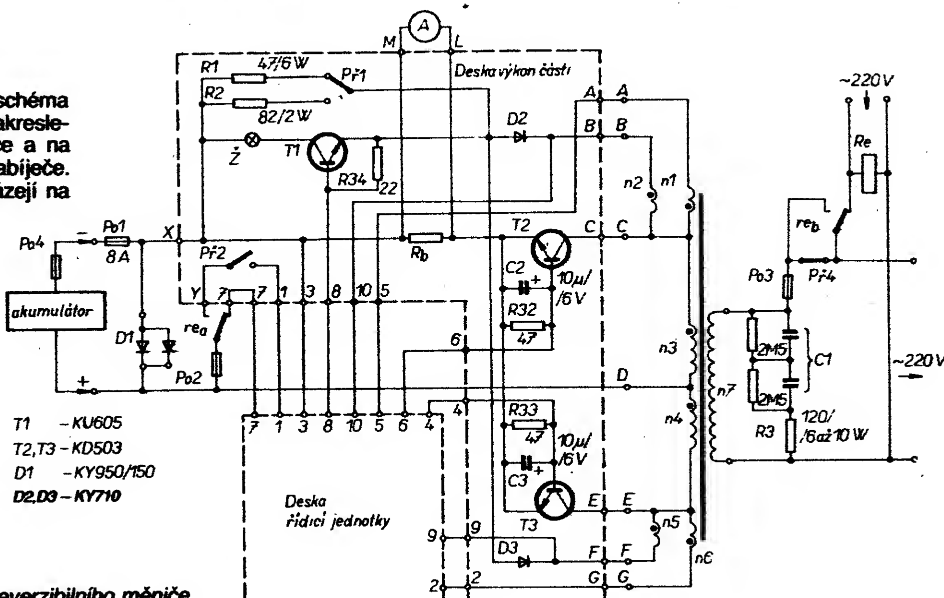
Popis zapojení a činnosti měniče

Jedná se o výkonový tranzistorový dvojčinný měnič s cizím buzením. Kmitočet a střídu transformovaného proudu určuje pouze řídicí jednotka a na rozdíl od měničů s vlastním buzením jsou nezávislé na parametrech výkonového transformátoru a jeho proudovém zatížení.

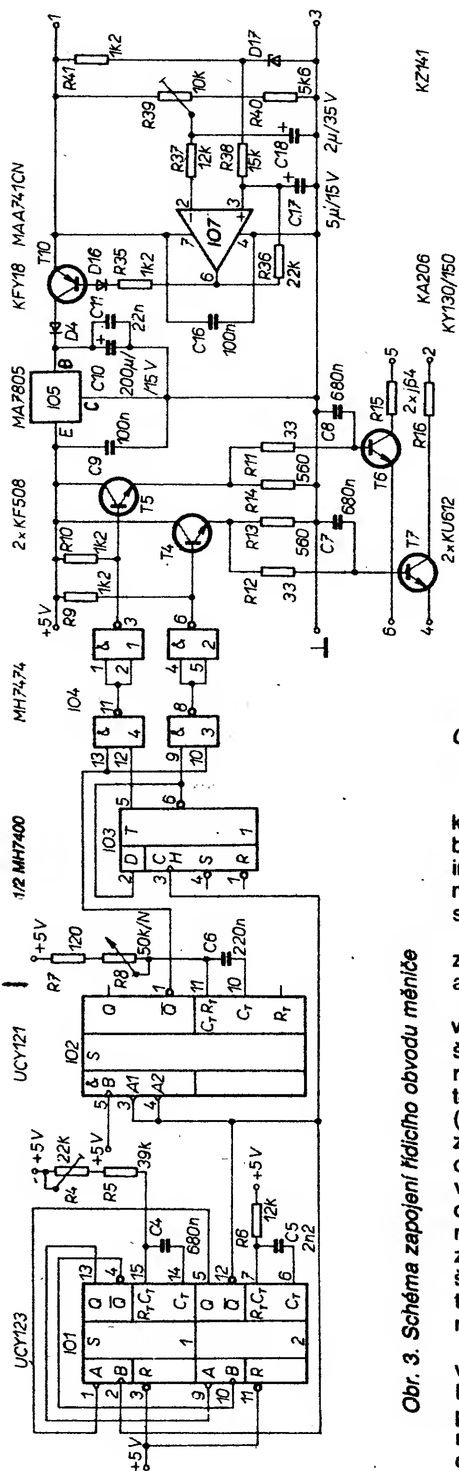
Řídicí obvod měniče vytváří proudové impulsy. Ty mají obdélníkový průběh, jsou vzá-



Obr. 1. Idealizovaný průběh výstupního napětí měniče



Obr. 2. Schéma zapojení reverzibilního měniče

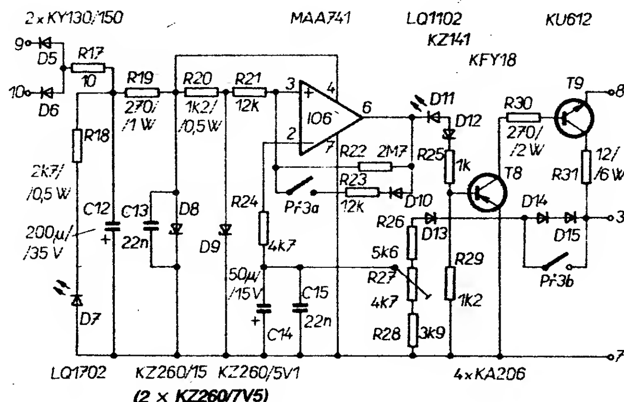


Obr. 3. Schéma zapojení řídicího obvodu měniče

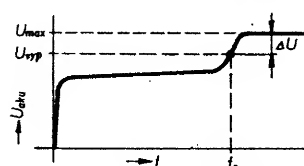
jemně posunuty o 180 stupňů a otevírají tranzistory T2 a T3, které připojují akumulátor střídavě k vinutí n3 a n4 výkonového transformátoru. Tím vytvářejí v jeho jádru střídavý magnetický tok, budící ve vinutí n7 výstupní napětí 220 V.

Protože činnost použitých integrovaných obvodů byla již v AR podrobně vysvětlena např. v [5, 6], omezím se pouze na rámcový popis řídicího obvodu.

IO1 je zapojen jako astabilní klopný obvod a generuje impulsy o kmitočtu 100 Hz, spouštějící jak monostabilní klopný obvod IO2, tak bistabilní klopný obvod IO3, který kmitá s kmitočtem 50 Hz. Poněkud složitější koncepce byla zvolena proto, že bez seřizování symetrie obdržíme prakticky ideálně symetrický obdélníkový průběh s kmitočtem 50 Hz. Z výstupů IO2 a IO3 jsou signály vedeny na IO4, který impulsy, vytvořené



Obr. 4. Schéma zapojení řídicího obvodu nabíječe



Obr. 5. Nabíjecí charakteristika akumulátoru

klopným obvodem IO3, přepíná střídavě na báze tranzistorů T4 a T5, přičemž od těchto impulsů „odečítá" impulsy, vydávané klopným obvodem IO2, a tím vytváří průběh s mezerou.

T4 a T5 proudově zesilují signál pro tranzistory T6 a T7, budící koncový stupeň T2 a T3.

V koncovém stupni je použito Darlingtonovo zapojení tranzistorů, upravené pro zmenšení budicích ztrát tak, že kolektor tranzistoru T6 (T7) není spojen s kolektorem tranzistoru T2 (T3) přímo, ale přes rezistor R15 (R16) a pomocné vinutí n1 (n6). Tím je zajištěno, že tranzistory T2 a T3 lze otevřít do nasycení a napětí na jejích kolektorech v sepnutém stavu se může zmenšit až na desetiny voltu. Toto zapojení spolu se správnou volbou koncových tranzistorů T2 a T3 zaručuje vynikající spínací vlastnosti. V našem případě je napětí v nasyceném stavu na tranzistorech KD503 asi 0,2 až 0,3 V při relativně nízkém budicím příkonu.

Měnič je opatřen obvodem automatického vypínače, tvořeným operačním zesilovačem IO7 a tranzistorem T10. Tento obvod při poklesu napětí akumulátoru pod nastavené minimum odpojí napájecí napětí od řídicího obvodu měniče, tím uvede do nevodivého stavu výkonové tranzistory T2 a T3 a ukončí činnost měniče v definovaném stavu v okamžiku, kdy je kapacita akumulátoru prakticky vyčerpána.

Připojení napětí k řídicímu obvodu měniče po výpadku sítě je v automatickém vypínači zajištěno tím, že po připojení napájecího napětí k řídicímu obvodu měniče (kontaktem re_a relé Re) se C17 nabíjí pomaleji než C18 a vzniklý rozdíl napětí překlopí IO7.

Velmi důležitým obvodem pro zajištění dobré činnosti měniče je jeho výstupní obvod: sériová kombinace kondenzátoru C1 s rezistorem R3, připojená paralelně k vinutí n7 výkonového transformátoru. C1 se jednak uplatňuje na „nízkonapěťových" vinutích n3 a n4 s druhou mocninou převrácené hodnoty převodu transformátoru – tím účinně potlačuje zákmity na spínacích tranzistorech; jednak kompenzuje případnou indukční složku impedance spotřebiče. Odpor R3 slouží k zatlumení rezonančního obvodu, tvořeného výstupním obvodem měniče a spotřebičem. Kondenzátory C7 a C8 zmenšují strmost náběžných hran řídicích proudových impulsů a tak spolu s C2 a C3 zmenšují nebezpečí napěťového průrazu T2 a T3 na minimum.

C1 a R3 se nesmí při provozu měniče odpojit!

Poznámka: Proud, který ukazuje ampérmetr, pracuje-li měnič bez zátěže, není totožný s klidovým proudem měniče. Jedná se o proud, odebíraný nezatíženým rezonančním obvodem: transformátor-C1-R3.

Automatický nabíječ

Volba koncepce automatického nabíječe

Vzhledem k obtížnému vyhodnocování stavu vybití nezatíženého akumulátoru byla zvolena tato koncepce nabíječe:

Po každém výpadku síťového napájení (ať trvá jakkoli dlouho) je akumulátor považován za potenciálně vybitý. Nabíječ automaticky přepne na nabíjení a vypne, když napětí na nabíjeném akumulátoru dosáhne vypínacího napětí U_{vyp}. Vypínací napětí volíme zhruba v polovině strmějšího vzrůstu napětí ke konci nabíjení, viz obr. 5. Tehdy je akumulátor z největší části již nabit. Podle stupně předchozího vybití bude doba, potřebná k dosažení tohoto napětí, rozdílná: od desítek sekund až po (řádově) hodiny při úplně vyčerpaném akumulátoru.

Navíc je akumulátor stále dobíjen udržovacím proudem, který by měl pokrýt ztráty energie samovybíjením.

Měnič je opatřen vypínačem automatiky. Stlačením tlačítka Př3 lze automatiku vyřadit a dobít baterii až do konečných znaků nabití. Trvalé nabíjení je indikováno blikáním červené svítivé diody D11 na předním panelu. Opětného obnovení automatické funkce se dosáhne uvolněním tlačítka Př3.

Popis zapojení a činnosti automatického nabíječe

Napětí na sekundárních vinutích n2, n3 a n4, n5 je dvojcestně usměrněno diodami D2 a D3. Tranzistor T1 tvoří výkonový spínací prvek, řízený řídicím obvodem nabíječe.

Jako člen, určující velikost nabíjecího proudu, byla zvolena běžná asymetrická autožárovka 12 V 45/40 W. Použijeme buď jedno vlákno (I_{nab} = 2,3 A), nebo obě vlákna spojíme paralelně (I_{nab} = 3,8 A). Žárovka je snadno dostupná a má příznivou voltampérovou charakteristiku se stabilizačními účinky nabíjecího proudu, viz [7, 9]. Zmenší se také potíže s chlazením.

Volíme-li větší nabíjecí proud (3,8 A), umístíme žárovku mimo desku s plošnými

spoji, aby nepřehřívala elektronickou část: do horního krytu skříňky je nutno vyvrtat přídavné chladicí otvory a je třeba zvětšit chladič tranzistoru T1.

Protože nabíjecí proud nemůžeme za provozu nabíječe měnit, není ani účelné tento proud měřit. Zbytečně by to komplikovalo zapojení. Nabíjení indikujeme svitem červené svítivé diody D11 na předním panelu.

Přepínačem Př1 přepínáme udržovací proud ve dvou stupních. První stupeň (rezistor R2) dává udržovací proud asi 50 mA, vhodný pro akumulátory do kapacity asi 50 Ah. Pro větší akumulátory je určen stupeň druhý (rezistor R1), při němž je proud asi 100 mA. Samozřejmě lze podle použitého akumulátoru volit jiný udržovací proud nebo jedné polohy přepínače Př1 využít k jeho vypnutí.

Schéma řídicího obvodu nabíječe je uvedeno na obr. 4. Řídicí obvod je napájen přes diody D5 a D6, které dvojcestně usměrňují a navíc spolu s diodou D13 jej oddělují od výkonové části. Součástky R17, R19, R20, C12, C13, D8 a D9 tvoří dvoustupňový stabilizátor napětí.

Operační zesilovač IO6 spolu s R22, R23, D10 a Př3a je zapojen podle [4] jako komparátor s hysterezí. Výstup operačního zesilovače IO6 je připojen přes D11, D12 a rezistor R25 k bázi T8. Ten spíná proud do báze T9 a T9 ovládá výkonový tranzistor T1.

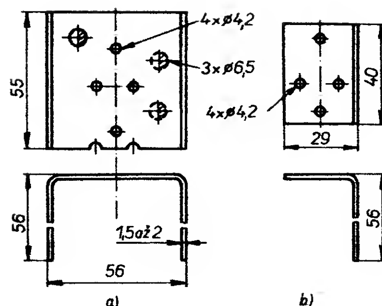
Př3a slouží k přerušení větve kladné zpětné vazby s diodou D10 a rezistorem R23. Vyřazení hystereze dovolí snadno nastavit U_{vyp}.

Ponecháme-li Př3a rozpojen trvale, můžeme akumulátor nabít až do konečných znaků nabití. Nabíjení bude probíhat při cyklování (spínání a vypínání) nabíjecího proudu a blikání červené svítivé diody D11 na čelním panelu.

Diody D14, D15 a Př3b umožní jednoduše nastavit vypínací napětí U_{vyp} při maximálním napětí U_{max} plně nabitého akumulátoru a při stlačeném tlačítku Př3. Uvolněním tlačítka Př3 pak D14 a D15 zkratujeme, tím se posune napětí ve vyhodnocovacím obvodu komparátoru o $\Delta U = 1{,}25$ V (2× 0,65 V) a bez dalšího seřizování máme zajištěno, že komparátor automaticky ukončí nabíjení akumulátoru v okamžiku, kdy napětí na něm dosáhne $U_{vyp} = U_{max} - \Delta U$ (obr. 5).

Zvolený rozdíl napětí $\Delta U = 1{,}25$ V vyhoví v naprosté většině případů. Zjistíme-li, že u některého akumulátoru by byl vhodnější jiný rozdíl, změníme počet diod.

Automatické zahájení nabíjecího cyklu po obnovení dodávky energie ze sítě je zajištěno tím, že po připojení napájecího napětí k řídicímu obvodu nabíječe (kontaktem re_a relé Re) se C14 nabíjí pomaleji než C12 a vzniklý napěťový rozdíl překlopí IO6.



Obr. 6. a, b. Nákresy chladičů

Upozornění: Připojíme-li reverzibilní měnič při uvádění do provozu nejprve k síti a teprve potom k akumulátoru, bude nabíječ vlivem hystereze ve vypnutém stavu a akumulátor nebude nabíjen. Automatický nabíjecí cyklus nastartujeme zmáčknutím a uvolněním tlačítka Př3.

Nabíjecí cyklus lze naopak kdykoli ukončit odpojení a opětným připojením akumulátoru.

Konstrukční provedení

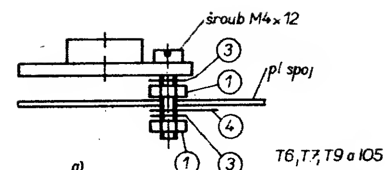
Reverzibilní měnič

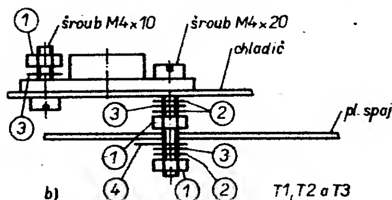
Konstrukční provedení měniče je patrné z obr. u titulu článku. Přístroj je vestavěn do celokovové skříňky. Nosná část skříně se skládá z předního a zadního panelu (ocelový plech tl. 1,5 mm), které jsou spojeny čtyřmi rozpěrnými sloupky s průřezem 8 × 8 mm.

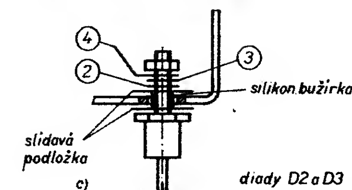
Výkonový transformátor je připevněn mezi předním a zadním panelem a konstrukčně odděluje „nízkonapěťovou" část od části síťové. Deska s plošnými spoji řídicí jednotky je připevněna k rozpěrným sloupkům skříně, deska s plošnými spoji výkonové části je připevněna k zadnímu panelu.

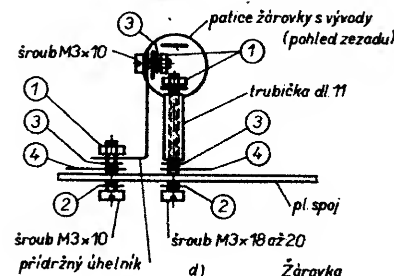
Deska výkonové části je s deskou řídicí jednotky spojena páskovým vodičem PNLY 10 × 0,35 a s transformátorem páskovým vodičem PNLY 6 × 0,75 tak, aby subsystém, vytvořený na desce s plošnými spoji výkonové části, bylo možno po uvolnění vysunout ze skříňky směrem nahoru a tím zpřístupnit vnitřek přístroje.

Na obr. 6 jsou rozměry chladičů pro T1 až T3.







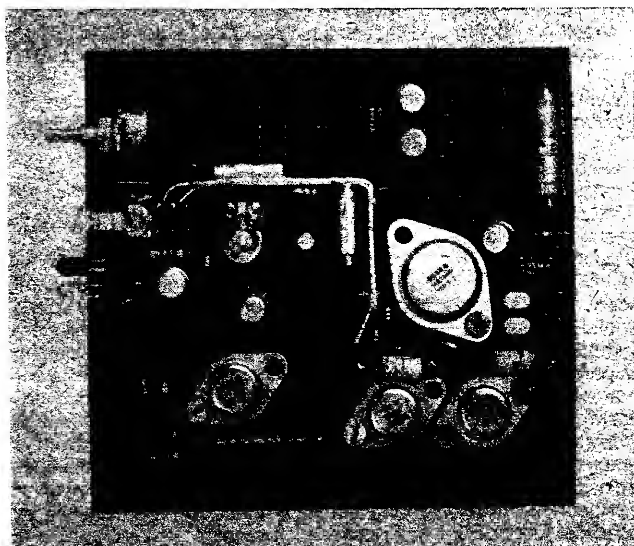


Obr. 7 a až d. Způsob uchycení výkonových součástek: 1 – matice, 2 – podložka, 3 – pružná podložka, 4 – pájecí očko

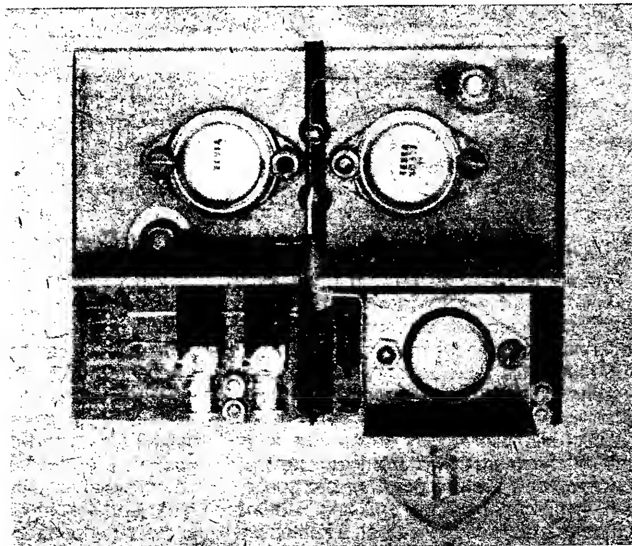
Přichycení výkonových tranzistorů, diod a žárovky k desce s plošnými spoji je znázorněno na obr. 7 a až d. Upevňovací součásti tvoří zároveň vodivé propojení s příslušnými plošnými spoji na desce. V místech mechanického styku jsou spoje zesíleny připájenými pájecími očky, stálost a kvalitu kontaktu zajišťují pružné podložky.

Diody D2 a D3 jsou od chladičů izolovány tenkými slídovými podložkami a kousky silikonové bužírky, navlečenými na šroubech.

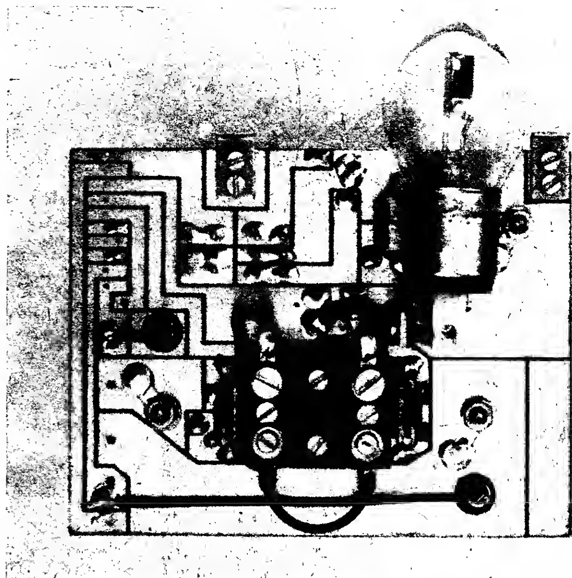
Chladiče jsou vyrobeny z plechu z hliníkové slitiny (obr. 6). Souřadnice otvorů nejsou



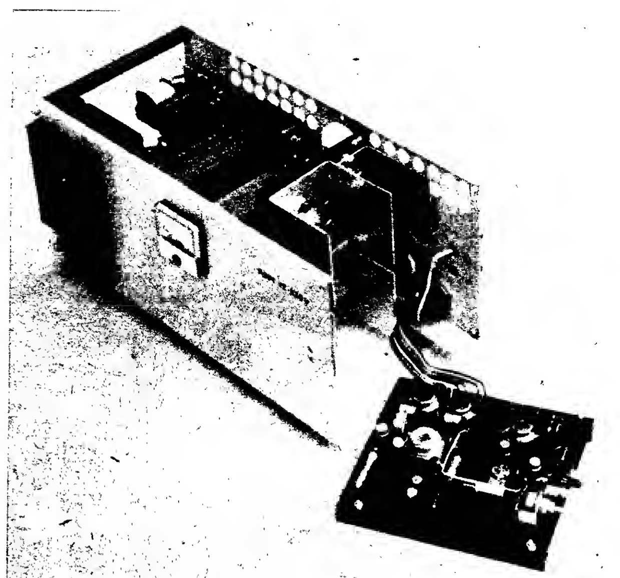
Obr. 8. Osazená deska řídicí jednotky, strana součástek



Obr. 9. Osazená deska výkonové části, strana součástek



Obr. 10. Osazená deska výkonové části, strana spojů



Obr. 11. Pohled na vnitřek zdroje

kótovány. Získáme je tímto způsobem: Chladiče přiložíme na vyvrtanou desku s plošnými spoji tak, aby byly správně rozmístěny, a zdola na ně příslušné otvory orýsujeme.

Automobilovou žárovku 12 V 45/40 W připevníme k desce s plošnými spoji za páskové přívody. Kruhový talířek, sloužící k uchycení v reflektoru, odstraníme. Opatrně jej strhneme (kleštěmi jej natrhneme a namotáme na kleště). Musíme však při tom dát pozor, abychom nerozmáčkli baňku žárovky nebo ji neuvolnili z patice.

Žárovku, vyčnívající vzadu ze skříně, chráníme proti poškození krytem, ohnutým z asi 15 mm širokého plechového pásku do tvaru U.

K mechanickému uchycení pojistky Po1 slouží pojistková skříňka pro dvě autopojistky (typ ZRK 70), prodávaná občas v prodejnách Mototechny. Neseženeme-li ji, vyrobíme si ji zkrácením běžnější vícepojistkové skříňky sami. Využijeme ji s výhodou ještě k instalaci ochranné diody D1 a k připojení přívodních vodičů od akumulátoru.

Propojovací vodič k pájecímu očku D na transformátoru a k bodu X na desce s plošnými spoji výkonové části volíme o průřezu nejméně 1,5 mm^2.

Přívody výkonových rezistorů R30 a zvláště R31 nezkracujeme! Ohneme je pod rezistory do tvaru smyčky. Zlepší se tím jejich chlazení a sníží se teplota desky s plošnými spoji!

Některé součástky je výhodné pájet ze strany spojů. Na desce řídicí jednotky je to např. elektrolytický kondenzátor C12 (neohřívá se od okolních součástek) a trimr R27 (je blíže k panelu, v němž je otvor pro nastavování). Na desce výkonové části jsou to: katody diod D2 a D3, R32, R33, R34, C2, C3, Rb, Z, páskový vodič od transformátoru a přívody k bodům M, L, X, Y. Rozložení součástek a dílů je patrné z fotografií obr. 8 až 10 a z obrázků *12* a *13*, nebude proto dále podrobněji popisováno.

Skříňka musí být samozřejmě uzemněna – spojena s ochranným vodičem, a rovněž tak musí být s ochranným vodičem propojen ochranný kolík ve výstupní síťové zásuvce měniče!

Výkonový transformátor

K výrobě transformátoru použijeme transformátorové plechy EI 40. Vzhledem k jejich kolísavé jakosti volíme raději výšku sloupku 40 mm (ve vzorku na fotografiích je 32 mm).

Nejprve navineme vinutí n1, n6, n2, n5, abychom vytvořili na kostře určité zaoblení. Pak vineme vinutí n3 a n4, která jsou tlustšího drátu. Není třeba vinout bifilárně, dáváme však pozor, abychom na obou polovinách transformátoru navinuli opravdu stejné počty závitů. Jinak bychom zbytečně zvětšili nesymetrii elektrických parametrů vinutí transformátoru.

Každou vrstvu raději prokládáme tenkým izolačním papírem. Na vinutí pro malá napětí navineme alespoň 2 až 3 vrstvy dobré izolační fólie a teprve pak vineme vinutí pro 220 V. Vrstvy opět prokládáme izolačním papírem. Nesmíme zapomenout, že je třeba dokonale (rovněž dvěma až třemi vrstvami jakostní izolační fólie) opatřit povrch vinutí! Při vkládání transformátorových plechů do cívky musíme dávat dobrý pozor, abychom některým plechem neprořízli povrchovou izolaci cívky a nezpůsobili zkrat vinutí n7, které je pod síťovým napětím, s jádrem transformátoru. Mohli bychom utrpět úraz elektrickým proudem! Transformátor je navržen tak, že pokud budeme vinout pečlivě – závit vedle závitu – a raději vinutí dobře, avšak s citem utahovat, neměly by vzniknout problémy s místem pro vinutí.

Vývody izolujeme jakostní „bužírkou", např. impregnovanými trubičkami s textilní kostrou. Nevhodné jsou běžné termoplastické izolační hadičky, stažené s propojovacích drátů.

Transformátor má několik vývodů, které musí být pro dobrou činnost měniče správně propojeny. Postupujeme takto:

Vývody vinutí provlékneme dírkami v čele cívky. Všechna nízkonapěťová na jedné straně, na níž do čela zanýtujeme sedm oboustranných pájecích oček. Konce síťového vinutí vyvedeme na protějším čele cívky, opatřeném čtyřmi pájecími očky (dvě z nich využijeme k mechanickému připevnění rezistoru R3). To nám umožní oddělit ve skříňce transformátorem nízkonapěťovou část od části síťové.

Vývody nízkonapěťových vinutí necháme raději delší (asi 10 cm) a k pájecím očkům je prozatím nepřipájíme.

Očka na nízkonapěťové straně kostry cívky označíme v souhlasu s obr. 2 písmeny A až G, při čemž zachováme abecední pořadí. To nám později umožní propojit transformátor s deskou s plošnými spoji výkonové části páskovým vodičem.

Transformátor sestavíme, vinutím pro 220 V (n7) jej připojíme k síti a příslušná vinutí nízkého napětí k sobě připojujeme nejlépe při současné kontrole střídavým voltmetrem.

Jeden pól střídavého voltmetru připojíme k vývodu vinutí n2 (pájecí očko B na obr. 2). Vinutí n2, n3, n4 a n5 spolu propojíme tak, aby – pokud budeme druhý pól střídavého voltmetru připojovat postupně k pájecím očkům C, D, E, F – se střídavé napětí měřené voltmetrem stále zvyšovalo (aby se napětí na jednotlivých vinutích sčítala).

Správné připojení pomocných vinutí n1 a n6 k pájecím očkům C a E zajistíme tímto postupem:

Vinutí n1 připojíme k pájecímu očku C tak, aby střídavé napětí na sériovém spojení vinutí n1 a n3 bylo menší, než napětí na vinutí n3 (aby se napětí na obou vinutích odčítala).

Vinutí n6 připojíme k pájecímu očku E tak, aby střídavé napětí na sériovém spojení vinutí n6 a n4 bylo menší, než napětí na vinutí n4 (aby se napětí na obou vinutích rovněž odečítala).

Nejlépe je propojit vývody provizorně jen tak ve vzduchu a teprve po důkladné kontrole je zkrátit a připájet k pájecím očkům na transformátoru.

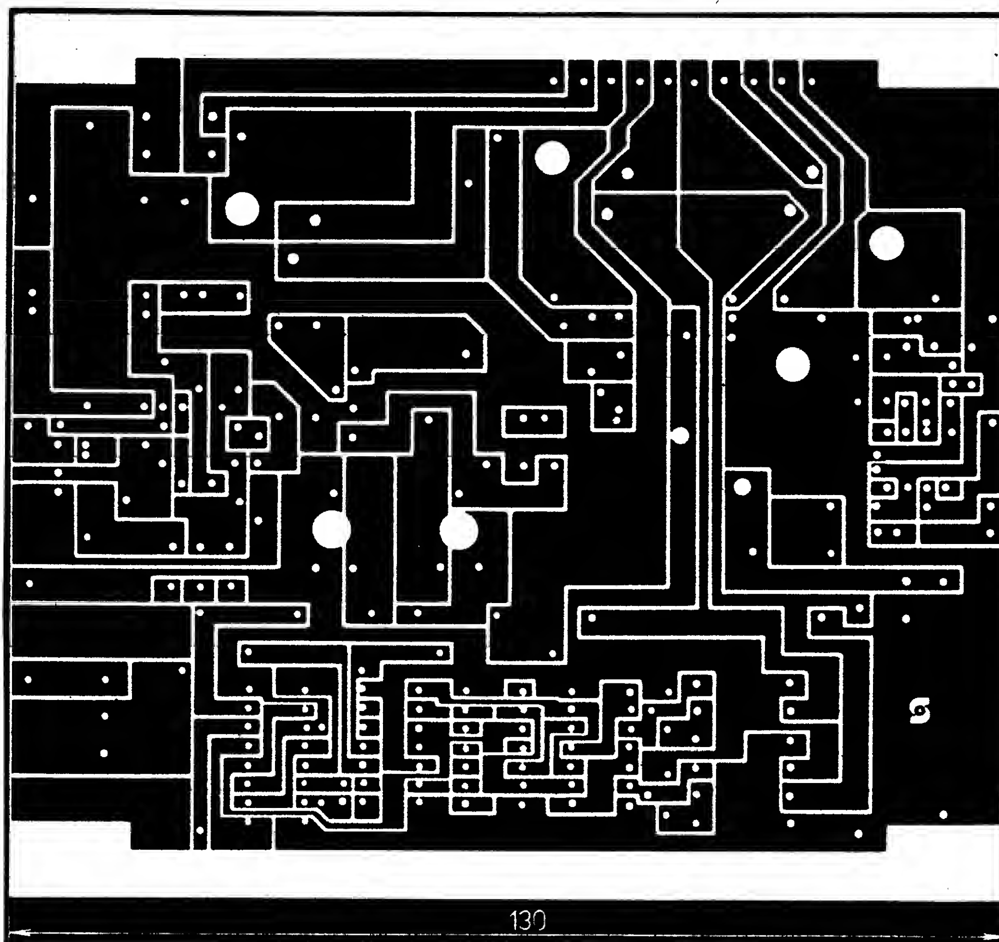
Nemáme-li k dispozici střídavý voltmetr, musíme si všechny začátky a konce vinutí řádně označit a propojit je podle obr. 2. Počátky jednotlivých vinutí jsou na něm označeny tečkami. Tento postup je pracnější než předchozí a je větší pravděpodobnost, že uděláme chybu. Kdybychom např. pomocná vinutí n1 a n6 propojili s pracovními n3 a n4 obráceně, tranzistory T2 a T3 by za provozu měniče silně hřály a měnič by pracoval s menší účinností.

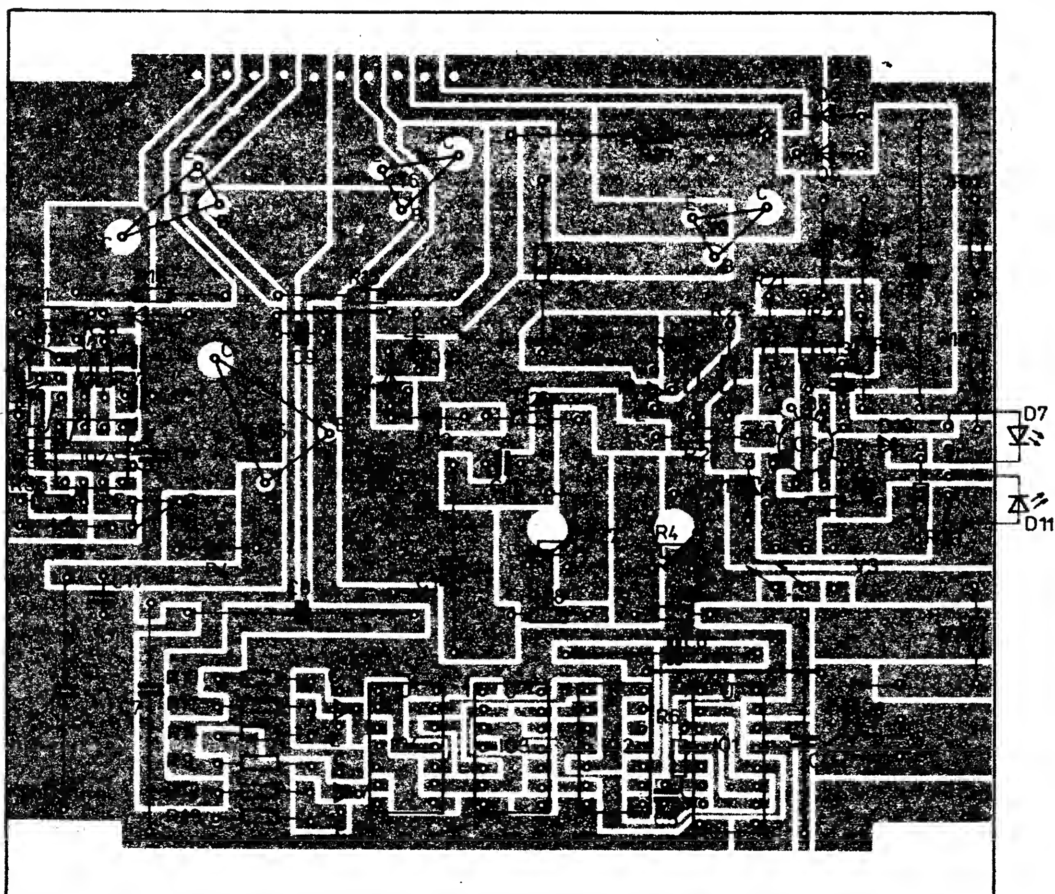
Při sestavování transformátoru navlékneme na stahovací šrouby (M4) izolační trubičky a pod matice těchto šroubů dáme pertinaxové podložky, zmenšíme tím proud naprázdno.

Na kvalitě mechanického provedení transformátoru závisí hlučnost při provozu měniče.

Proudový obvod měnič – akumulátor

Na přívodních vodičích a na každém spínacím nebo jisticím prvku v proudovém obvodu měnič – akumulátor (např. pojistkách, jističi, kontaktech apod.) vzniká výkonová ztráta. V součtu nemusí být tyto ztráty zanedbatelné a mohou zmenšovat účinnost měniče.





Obr. 12. Deska X89 s plošnými spoji řídicí jednotky a rozmístění součástek (vývody pro přepínač mají být místo V3 správně označeny Př3)

Ukážeme si to na příkladu. Nechť celkový odpor proudového obvodu je 0,1 Ω. Při proudu 10 A vznikne na tomto odporu úbytek napětí 1 V a ztratí se výkon 10 W!

Proto se snažíme řešit tento obvod co nejjednodušším způsobem a použijeme v něm jen součástky nezbytně nutné.

Přívodní vodiče k akumulátoru volíme o průřezu alespoň 1,5 mm^2.

Pozornost musíme věnovat i provedení těchto vodičů, aby v žádném případě nemohl nastat náhodný zkrat! Akumulátor je schopen dodat velký proud a rozžhavit je tak, že mohou způsobit požár.

Proto je výhodné opatřit akumulátor tavnou pojistkou Po4, umístěnou co nejblíže jeho svorkám, a která bude jistit i přívodní vodiče.

Na místě Po1 (Po4) použijeme běžné keramické automobilové pojistky 8 A, na kterých byla naměřena menší výkonová ztráta, než na tavných pojistkách, určených pro síťový rozvod.

Jako nejpraktičtější a nejjednodušší se ukázalo odpojovat akumulátor odpojením přívodního vodiče nebo vyjmutím pojistky. Rozhodneme-li se pro jistič (který bude navíc jistit svým tepelným systémem) nebo stykač, musíme se smířit s další přídavnou výkonovou ztrátou.

Všechny kontakty v proudovém obvodu měniče (a to i kontaktní plochy a pružiny pojistek) je potřeba občas očistit, popř. nakonzervovat.

Výstupní obvod

Na správném přizpůsobení měniče a spotřebiče do značné míry závisí účinnost přenosu energie.

Přizpůsobení můžeme ovlivnit správnou volbou kompenzačního kondenzátoru C1.

Pro menší spotřebiče s odporovým charakterem (např. žárovky, spirály topných těles apod.) je optimální kapacita C1 asi 0,3 až 1 μF. Připojíme-li však k takto kompenzovanému měniči větší zátěž s výraznou indukční složkou, např. motor 100 W, budou se tranzistory T2 a T3 značně zahřívat. Pro tento druh zátěže je nejvhodnější kapacita C1 asi 1,5 až 3,5 μF. R3 pak dimenzujeme raději na 10 W.

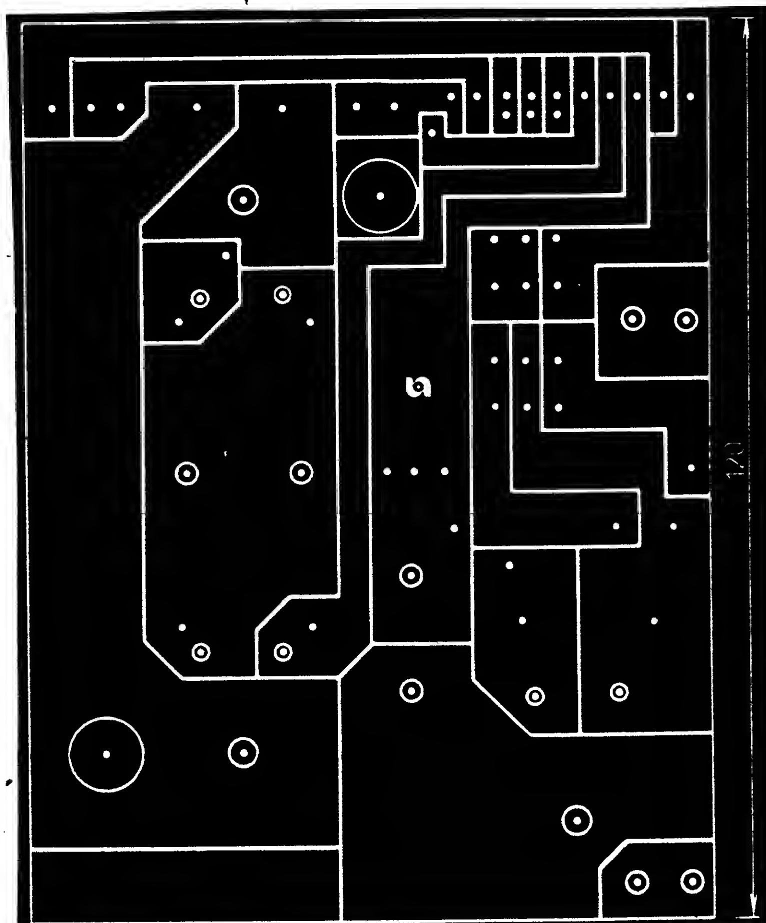
V měniči je na místě C1 použito sériového spojení dvou kondenzátorů, které dává kompromisní hodnotu kapacity 1,25 μF. Vybereme je z typů, určených pro práci v obvodech střídavého napětí. Vhodné jsou např. tyto: TC 684a, TC 682a, WK 707 68 (WK 708 68), WK 707 44 (WK 708 44) apod. Upevňujeme je v poloze s vývody nahoře, aby při případné poruše (a z ní vzniklé netěsnosti) nevytekl olej. Nemají-li kondenzátory paralelně připojené vybíjecí odpory, musíme je připájet (1 MΩ, MLT-1). Jinak by na kondenzátorech mohlo zůstat zbytkové napětí.

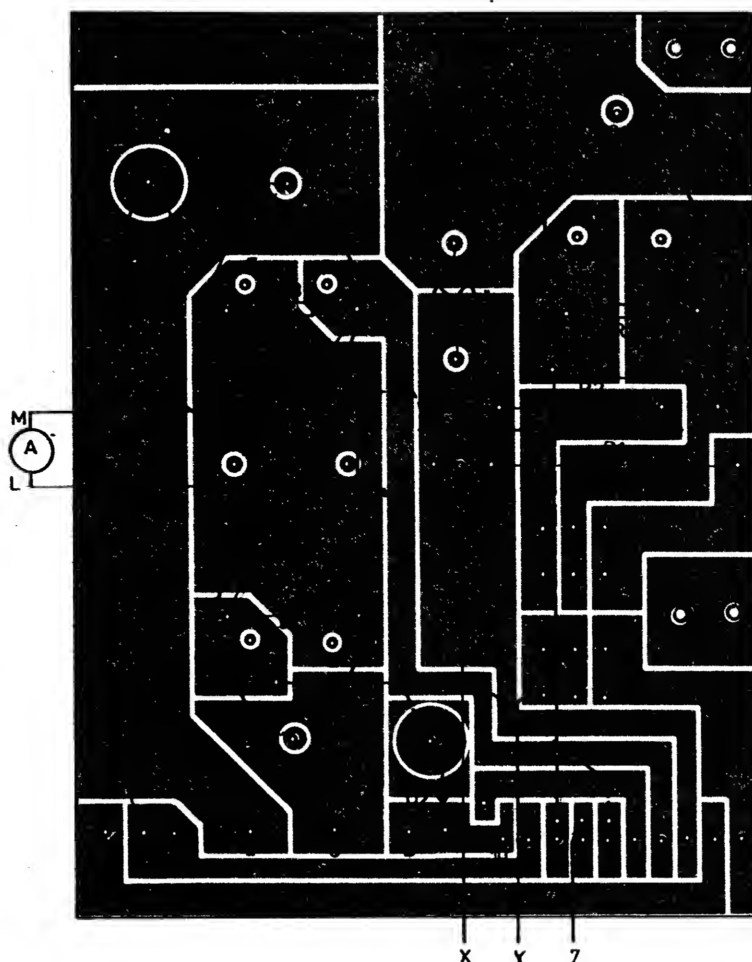
Poznámka: Některé vzduchovací motorky pro akvaristiku, např. WISA, mají v napájecím obvodu zapojenou diodu a využívají pouze jedné polarity síťového proudu. Budeme-li napájet větší počet těchto motorků, u každého druhého obrátíme polaritu diody. Vytvoříme tak dvojice, které budou jako celek odebírat proud střídavý a výkonový transformátor nebude zatěžován ss proudem.

Nastavení reverzibilního měniče

Nastavení kmitočtu měniče

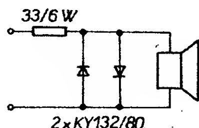
Kmitočet měniče nastavíme trimrem R4 např. s použitím osciloskopu, rezonančního kmitočtoměru, čítače apod. Lze se však obejít i bez přístrojů. S jednoduchým přípravkem obr. *14*), který připojíme např. paralelně k vinutí n3, lze kmitočet měniče „naladit" podle kmitočtu sítě.





Obr. 13. Deska X90 s plošnými spoji výkonové části a rozmístění součástek

Postup: Reverzibilní měnič připojíme k síti a k akumulátoru a při střídavém vypínání a zapínání sítě (přepínání funkce měnič – nabíječ) se snažíme nastavit R4 tak, aby se z reproduktoru ozývala stejná výška tónu. Reproduktor může být libovolný, antiparalelně zapojené diody mírně „ořezávají" sinusový signál z transformátoru, aby se zvuk alespoň trochu přiblížil ostřejšímu zvuku měniče.



Obr. 14. Přípravek k nastavení kmitočtu měniče

Nastavení vypínacího napětí měniče

Reverzibilní měnič se spotřebičem připojíme k akumulátoru a necháme v činnosti tak dlouho, až je akumulátor téměř vybit, tj. až se napětí na něm zmenší pod 10 V a dále klesá. Běžec trimru R39 nastavíme do polohy, v níž měnič přeruší činnost při napětí akumulátoru asi 8 až 8,5 V. Po nastavení připojíme přístroj k síti, necháme akumulátor chvíli nabíjet, znovu odpojíme od sítě a zkontrolujeme správnost nastavení.

Nastavení vypínacího napětí nabíječe

Reverzibilní měnič připojíme k síti a k akumulátoru, stiskneme tlačítko Př3 (trvalé nabíjení) a trimr R27 nastavíme do té krajní polohy, při níž nabíječ bez ohledu na napětí akumulátoru nabíjí stále. Akumulátor nabijeme až do konečných značků nabití, tj. např. do stavu, v němž se napětí na něm ustálí na maximu a dále se během několika hodin nemění. Dobu nabíjení můžeme orientačně vypočítat ze vztahu:

$$t_{nab} \doteq \frac{(1{,}50 \text{ až } 3{,}00)\ C_{jm}}{I_{nab}},$$

kde C_{jm} je jmenovitá kapacita akumulátoru [Ah] a I_{nab} střední (průměrný) nabíjecí proud [A].

Např. pro zcela vybitý akumulátor 50 Ah bude při průměrném nabíjecím proudu I_{nab} = 2 A nabíjecí doba

$$t_{nab} \doteq \frac{75 \text{ až } 150}{2} \doteq 37{,}5 \text{ až } 75 \text{ hod.}$$

Pak pomalu otáčíme běžcem trimru R27 tak dlouho, až na předním panelu začne blikat červená svítivá dioda D11. Nejsme-li si nastavením jisti a chceme-li je pro kontrolu zopakovat, otočíme běžcem trimru zpět, chvíli necháme akumulátor nabíjet a nastavujeme znovu stejným způsobem.

Po uvolnění tlačítka Př3 je nabíječ připraven k automatickému provozu a je zajištěno, že automatika bude vypínat nabíjení při napětí asi o 1,25 V nižším, než je maximální napětí plně nabitého akumulátoru. V tomto okamžiku se napětí právě nachází v zřetelně rychleji stoupající části charakteristiky obr. 5), kdy je akumulátor prakticky již nabit.

Varianty provozu reverzibilního měniče

a) Reverzibilní měnič:

Př2 sepnut, Př4 sepnut.

Činnost: Při výpadku sítě pracuje přístroj jako měnič, po obnovení dodávky proudu ze sítě se přepne do funkce „nabíječ" a okamžitě začne nabíjet akumulátor; automaticky vypne nabíjení a napájí akumulátor udržovacím proudem.

Výhody:

– Největší pohotovost a nejlepší využití kapacity akumulátoru.

Nevýhody:

– Přístroje je stále připojen k síti, dlouhodobý provoz, zvětšená možnost poruch.

– Články akumulátoru musí být otevřeny, aby mohly unikat plyny, vznikající při nabíjení. U typů NiCd to může vést k většímu znehodnocování elektrolytu uhličitanem draselným.

b) Měnič:

Př2 sepnut, Př4 rozpojen.

Činnost: V případě výpadku sítě pracuje přístroj jako měnič, avšak po obnovení dodávky proudu ze sítě nenabije automaticky akumulátor. Ten musíme občas při sepnutém Př4 nabít sami a pak Př4 opět rozpojit. Paralelně k vinutí n7 lze připojit hodiny H, řízené synchronním motorkem, které poskytnou informaci o délce vybíjení akumulátoru; z toho je možno usuzovat na stupeň jeho vybití.

Výhody: –

– Ve stavu pohotovosti je přístroj odpojen od sítě a tím je jeho provoz bezpečnější.

– Po nabití a odplynování akumulátoru můžeme články uzavřít a tím u typů NiCd zpomalíme znehodnocování elektrolytu.

Nevýhody:

– Malá pohotovost k zásahu.

– Protože ztráty samovybíjením nejsou kompenzovány udržovacím proudem, nevyužijeme plné kapacity akumulátoru.

c) Nabíječ:

Př2 rozpojen, Př4 sepnut.

Činnost: Přístroj pracuje pouze jako nabíječ. Této varianty využijeme, nechceme-li žádné zařízení jistit, avšak chceme nabíjet nebo udržovat akumulátor.

Poznámka: Do série s Př2 lze zařadit navíc rozpojovací svorku, která, je-li rozpojena, vyřadí stejně jako Př2 měnič z činnosti. Lze k ní připojit ovládací prvek, vypínající měnič, není-li již jeho funkce nezbytně nutná (např. termostat, rozpojující kontakt, pokud teplota jištěného kotle ústředního topení klesla natolik, že již nehrozí nebezpečí zborcení, apod.). Pak odebereme vždy pouze energii nezbytně nutnou, šetříme akumulátor a zkrátíme dobu přípravy měniče k plné pohotovosti.

Akumulátor

Pro dlouhodobé zálohování jsou v současné době nejvhodnější akumulátory NiCd, které mají oproti dostupným olověným několikanásobně delší životnost a jsou odolnější. Mají však nevýhodu v tom, že vyžadují občasnou výměnu elektrolytu za nový. Vlastnosti obou skupin jsou podrobně popsány v [3, 7, 9].

Při provozu reverzibilního měniče je velmi důležité kontrolovat a podle potřeby doplňovat do článků destilovanou vodu! To v žádném případě nepodceňujme; nabíjením a udržovacím dobíjením bychom mohli způsobit takový úbytek vody v článcích, že bychom je nenávratně zničili.

Periodicky kontrolujeme napětí na akumulátoru při udržovacím nabíjení. U typů NiCd by mělo být asi 1,4 až 1,43 V/článek, u olověných 2,22 až 2,27 V/článek – viz [7, 8, 9]. Je-li napětí vyšší, zmenšíme udržovací proud. Je-li nižší, proud naopak zvětšíme. Nepomůže-li zákrok, ukazuje to na zvětšené samovybíjení, které může být způsobeno např. nekvalitním elektrolytem, povrchovým znečištěním článků apod. Akumulátor v takovém případě podrobíme prohlídce a případné údržbě. Občas jej nabijeme až do plných známek nabití. Doplníme tak možný chybějící náboj a odstraníme rozdíly v náboji mezi jednotlivými články.

Během nabíjení (i udržovacího) je třeba umožnit únik kyslíku a vodíku z článků, aby se nenafoukly a nezničily.

Při delší činnosti nabíječe je zapotřebí zvláště v malých prostorech zajistit alespoň mírné větrání. Jinak by se mohl hromadit třaskavý plyn (směs vodíku a kyslíku).

Zvětšení výkonu měniče

Požadujeme-li větší výkon měniče, než na který je popisovaný přístroj navržen, lze využít prakticky beze změny řídicí jednotku a výkon zvýšit zvětšením výkonového transformátoru a náhradou tranzistorů T2 a T3 dvojicemi či trojicemi paralelně spojených tranzistorů KD503 při současném zvětšení budicího proudu.

Při výkonu 200 W však odebíráme z akumulátoru již přes 20 A!

Spolehlivost provozu měniče

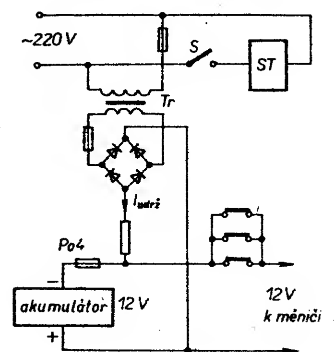
Zvláštní pozornost musíme věnovat konstrukčnímu provedení a instalaci přístroje, bude-li určen k trvalému zálohovacímu provozu bez dozoru.

Součásti, které budou trvale pod napětím, dimenzujeme raději o stupeň nebo o dva více, čímž zmenšíme jejich zatížení a prodloužíme střední dobu bezporuchového provozu. Tak byl postaven i popisovaný reverzibilní měnič. Jedná se např. o tranzistory T1, T2 a T3, dále o celou elektronickou část automatického nabíječe a síťovou část reverzibilního měniče, jmenovitě R3 a C1. Napěťové zatížení C1, namáhaného střídavým síťovým napětím, jsme zmenšili sériovým řazením dvou kondenzátorů.

Bude-li reverzibilní měnič pracovat bez dozoru, musíme jej instalovat tak, aby v případě vážné poruchy nemohl ohrozit okolí (na nehořlavou podložku apod.).

Spokojíme-li se s tím, že akumulátor alespoň občas nabijeme sami v režimu nabíječe (Př2 sepnut, Př4 rozpojen), a pokud seženeme vhodné relé nebo stykač s rozpínacími kontakty, dimenzovanými na 10 A, můžeme využít doplňku, nakresleného na obr. 15. Doplněk obsahuje stykač ST, který v případě výpadku síťového napájení připojí akumulátor k měniči (je-li S rozpojen, je akumulátor připojen trvale) a oddělený zdroj udržovacího proudu, tvořený transformátorkem Tr, spolehlivě jištěným malými pojistkami.

Jelikož měnič je převážně odpojen jak od sítě, tak od akumulátoru, zvětší se střední



Obr. 15. Schéma zapojení doplňku k reverzibilnímu měniči

doba mezi poruchami a tím i bezpečnost provozu přístroje.

Musíme však dbát na kvalitu a čistotu kontaktů stykače (viz odstavec Proudový obvod měnič – akumulátor).

Oddělený zdroj udržovacího proudu můžeme samozřejmě použít i s trvale připojeným akumulátorem bez stykače.

Účinnost měniče

Na účinnost měniče má vliv nejen celá řada konstrukčních vlastností přístroje. Ovlivňují ji také druh zátěže, vzájemné sladění měniče se spotřebičem, velikost nastavené střídy apod.

Při studiu publikované literatury se zdá, že většina autorů uvádí pravděpodobně největší účinnost, kterou se jim vůbec podařilo naměřit.

Aby popisovaný měnič nepokulhával nespravedlivě za jinými, autor tohoto příspěvku si dovolil učinit totéž.

Při odporové zátěži (žárovky) v oblasti výkonu 40 až 100 W při optimálních C1 a R3 a optimální střídě řídicích impulsů byla účinnost, vypočítaná z proudů a napětí, měřených přístroji DU 10, v mezích 80 až 85 %.

Tento měnič navíc dovoluje regulací střídy nastavit přiměřený minimální přenášený výkon a tím spolu s impulsovým odběrem proudu z akumulátoru zabezpečuje v porovnání s měničem „bez mezery" lepší využití akumulované energie.

Nakonec jedno velmi důležité upozornění: Při manipulaci s měničem si musíme uvědomit, že na jeho výstupu 220 V je „tvrdé", životu nebezpečné napětí 220 V i v případě, že přístroj je odpojen od sítě a je napájen pouze z akumulátoru!

Seznam součástek

Rezistory:

Není-li uvedeno jinak, jedná se o typ TR 212 (MLT-0,25)

R1	47 Ω, TR 510
R2	82 Ω, TR 521
R3	120 Ω, TR 510 (511)
R4	22 kΩ, TP 012, TP 112, TP 009 apod.
R5	39 kΩ
R6, R21, R23, R37	12 kΩ
R7	120 Ω
R8	50 kΩ lineární, TP 200(TP 160)
R9, R10, R29, R35, R41	1,2 kΩ
R11, R12	27 Ω
R13, R14	560 Ω
R15, R16	0,64 Ω, drát manganin o ∅ 0,5 mm, vinutý na rezistoru TR 521 libovolného odporu
R17	10 Ω
R18	2,7 kΩ, MLT-0,5
R19	270 Ω, MLT-1.
R20	1,2 kΩ, MLT-0,5
R22	2,7 MΩ, MLT-0,5
R24	4,7 kΩ
R25	1 kΩ
R26, R40	5,6 kΩ
R27	4,7 kΩ, TP 012, TP 112, TP 009 apod.
R28	3,9 kΩ
R30	270 Ω, TR 521
R31	12 Ω, TR 510
R32, R33	47 Ω
R34	22 Ω, MLT-0,5
R36	22 kΩ
R38	15 kΩ
R39	10 kΩ, TP 008
R_b	bočník ampérmetru (dodáván s měřidlem MP 40)

Kondenzátory:

C1	Viz text
C2, C3	10 μF, TE 981
C4, C7, C8	680 nF, TC 215 apod.
C5	2,2 nF, TK 724 (TK 744)
C6	220 nF, TC 215 apod.
C9, C16	100 nF, TK 783
C11, C13, C15	22 nF, TK 744 (TK 764)
C10	200 μF, TE 984
C12	200 μF, TE 986
C14	50 μF, TE 984
C17	5 μF, TE 004
C18	2 μF, TE 005

Polovodičové součástky:

IO1	UCY123
IO2	UCY121
IO3	MH7474
IO4	MH7400
IO5	MA7805
IO6	MAA741
IO7	MAA741 (CN)
T1	KU605
T2, T3	KD503
T4, T5	KF508 apod.
T6, T7, T9	KU612
T8, T10	KFY18
D1	KY950/150
D2, D3	KY710
D4, D5, D6	KY130/150
D7	LQ1702 apod.
D8	KZ260/15 nebo lépe 2× KZ260/7V5 v sérii
D9	KZ260/5V1
D10, D13, D14, D15, D16	KA206
D11	LQ1102 apod.
D12, D17	KZ141

Transformátor:

Jádro složeno z plechů EI 40, výška sloupku 40 mm (32 mm).

Vinutí:

n1, n6, 2×9 z drátu CuT o ∅ 0,67 mm
n2, n5, 2×35 z drátu CuT o ∅ 1,18 mm
n3, n4 2×37 z drátu CuT o ∅ 1,5 mm
n7 785 z drátu CuT o ∅ 0,5 mm

Ostatní součástky:

Re	relé RP 92 3P, vestavné provedení
Ž	asymetrická automobilová žárovka 12 V, 45/40 W
A	ampérmetr MP 40, 10 A
Po1 (Po4)	automobilová pojistka 8 A
Po2	trubičková pojistka 0,5 A
Po3	trubičková pojistka 0,8 A T
Př1 až Př3	tlačítko Isostat, s aretací
Př4	síťový spínač páčkový

Použitá literatura

|1| Wechselrichter 12 V/220 V. ELV journal č. 14/81, s. 30 až 35.

|2| Střídač 12 V/220 V. ST č. 10/82, s. 387 až 388.

|3| *Bagockij, Skundin:* Elektrochemické zdroje proudu.

|4| *Ing. Tomíček, Ing. Slavík, CSc.:* Bistabilní klopný obvod s nezávisle nastavitelnými mezemi překlápění. Autorské osvědčení č. 193891.

|5| *Dr. Brunnhofer, Dr. Kryška, Zuska:* Integrované monostabilní klopné obvody a jejich aplikace, AR-B č. 5/78, s. 188 až 192.

|6| *Ing. Arendáš, Ing. Ručka:* Číslicové obvody. AR-B č. 3/81, s. 102 až 104.

|7| *Ing. Arendáš:* Elektrochemické zdroje proudu. RK č. 3/75.

|8| *Kozumplík:* Chemické zdroje proudu ve sdělovací technice. SNTL Praha 1981.

|9| *Ing. Arendáš, Ing. Ručka:* Nabíječe a nabíjení. SNTL: Praha 1978

Pomocné osvětlení k zářivce

Při instalaci osvětlení místnosti se rozhodujeme mezi zářivkou nebo žárovkou.

Zářivka má nesporné výhody v menší spotřebě energie a v rovnoměrnějším osvětlení. Nevýhodou je „studené" světlo a opožděné rozsvícení. Proto se zářivková tělesa vybavují i žárovkami, tím se odstraní „studenost", ale zvětší se spotřeba energie.

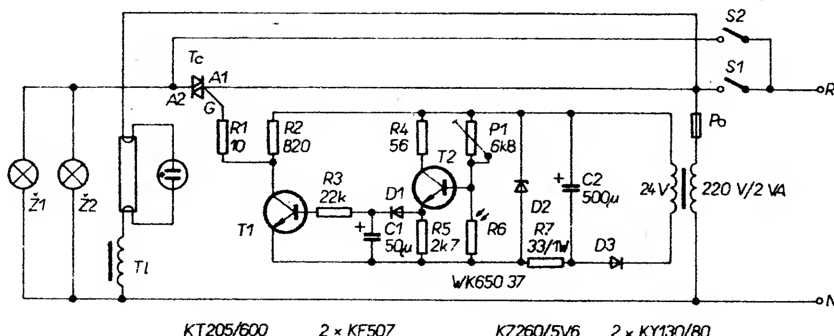
Na trhu jsou už i zářivky s „teplejším světlem" a pak tato funkce žárovek zaniká. Zůstává druhá nevýhoda – opožděné rozsvěcení. Uvedené zapojení (obr. 1) pomáhá tento nedostatek odstranit. Pomocné žárovky se po sepnutí spínače rozsvěcí okamžitě a po rozsvícení zářivky zhasnou. Tím se překlene mezera mezi zapnutím a rozsvícením. Žárovky lze také rozsvěcovat nezávisle na zářivkách.

Po zapnutí S1, kdy zářivka ještě nesvítí, má fotorezistor R6 velký odpor a C1 je přes T2 a D1 nabit asi na 5 V, tím je tranzistor T1 otevřen a na mřížku Tc přivedeno záporné napětí. Tc je otevřen a žárovky svítí. Po rozsvícení zářivky se T2 zavře a C1 se vybíjí do báze T1 až se uzavře. Tc vypne a žárovky zhasnou. Časová konstanta R3C1 je asi 2 až 3 s. Spínačem S2 lze žárovky nezávisle zapínat. Trimrem P1 se nastavuje citlivost podle intenzity světla zářivek.

Na napájení postačí transformátor 220/24 V, 2 VA (používá se na signalizační žárovky), nebo srážecí odpor přímo ze sítě.

Zařízení lze pohodlně vestavět do svítidla a fotorezistor umístit na desku s plošnými spoji.

Fotorezistor je třeba umístit tak, aby nebyl osvětlován žárovkami, ale pouze zářivkami. Je možné jej umístit např. do kratší trubičky.



Obr. 1. Schéma zapojení

Ing. Jiří Urbanec

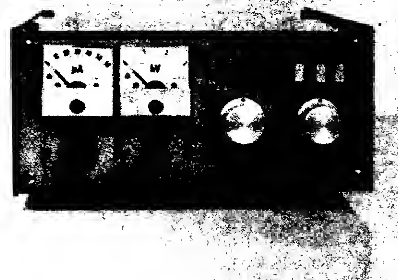
Stabilizovaný zdroj vysokého napětí

Ing. Luboš Štohansl

Zdroje vysokého napětí nejsou v elektronických dílnách a laboratořích zcela běžné. Popisovaný zdroj slouží jako univerzální laboratorní přístroj. Můžeme s ním snadno měřit charakteristiky diod v závěrném směru, charakteristiky tyristorů, triaků, diaků a průrazná napětí tranzistorů. Je však třeba použít správnou měřicí metodu!!! Například s ohledem na to, že se zvyšující se teplotou měřeného prvku klesá jeho průrazné napětí. Dále zdroj můžeme použít při měření nebo ověřování průrazných vlastností materiálů, měření svodů kondenzátorů, popřípadě při měření velkých odporů.

Díky proudové charakteristice zdroje jím lze snadno nabíjet kondenzátory na přesně stanovená napětí při pokusech s výbojkami nebo fotografickými blesky.

Nezanedbatelná je i skutečnost, že je ním možno zkoušet a ověřovat bezpečnost nových přístrojů (viz [I]). To se v amatérských a mnohdy i profesionálních podmínkách velmi podceňuje.



Technické údaje

Výstupní napětí:	regulovatelné ve 3 rozsazích; 0 až 300 V, 0 až 1,5 kV, 0 až 3 kV.
Výstupní proud:	regulovatelný ve 3 rozsazích; 0 až 60 µA, 0 až 600 µA, 0 až 6 mA.
Stabilita nastavené hodnoty:	lepší než 1 %.
Odběr ze sítě:	40 VA při max. výkonu.
Rozměry:	186 × 94 × 240 mm.
Hmotnost:	3,2 kg.

Popis činnosti

Při návrhu zdroje se vycházelo z podmínky, vyrobit přístroj co nejmenší a s co největší účinností.

Z tohoto důvodu byl nejdříve ověřován spínaný zdroj s konstantním kmitočtem a s měnitelnou šířkou impulsu. Během vývoje se ukázalo, že tímto způsobem regulovatelný zdroj vysokého napětí dost dobře nejde provést. Sekundární vinutí transformátoru má vzhledem k velkému počtu závitů poměrně velkou kapacitu. Ta má na primární straně nežádoucí vliv na strmost hran signálu a tím se zmenšuje účinnost zdroje.

Další nevýhodou byla skutečnost, že se tímto způsobem nedal vyrobit zdroj plynule regulovatelný od nuly. U zdrojů vysokého napětí je nutné najíždět od nuly do maxima plynule (např. při zjišťování průrazů).

Při zmenšování napětí se zužoval i primární impuls až do chvíle, kdy se jeho šířka přiblížila době vypnutí (asi 1 µs) spínacího bipolárního tranzistoru.

Při dalším zmenšování napětí začaly vynechávat primární impulsy, to znamená, že se snížil kmitočet měniče, měnič začal pískat, podstatně se zvětšilo zvlnění a zmenšila účinnost měniče.

Nejnepříznivější stav byl při malém výstupním napětí a velkém výstupním proudu.

Z těchto důvodů bylo zvoleno zapojení podle obr. 1. Měnič s transformátorem Tr2 pracuje s konstantním kmitočtem a s konstantní šířkou pulsu. Výstupní napětí se pak reguluje změnou napětí U_2 na primární straně Tr2. Budič spínacích tranzistorů TB, TC pracuje s mezerou. To má i přes složitější provedení výhodu hlavně v tom, že průběh magnetického toku v jádru Tr2 se více blíží sinusovému průběhu (obr. 2). Navíc se neuplatňuje konečná doba vypnutí tranzistorů TB, TC (při buzení obdélníky totiž po tuto dobu pracují tranzistory do zkratu). Toto řešení vede k podstatnému zvětšení účinnosti měniče. Maximální účinnost lze pak nastavit šířkou impulsu t_1. Budicí impulsy i primární vinutí transformátoru Tr2 musí být přesně symetrické, aby se zabránilo přesycování jádra transformátoru.

Na sekundární vysokonapěťové části se transformované střídavé napětí usměrní ve zdvojovači z diod D1, D2 a přes ochranný rezistor Ro, který slouží k omezení maximálního proudu zdroje při zkratu, se vede na výstupní svorku. Z této svorky je přes měřicí rezistor Rm a vnitřní odpor voltmetru získáváno napětí U_U.

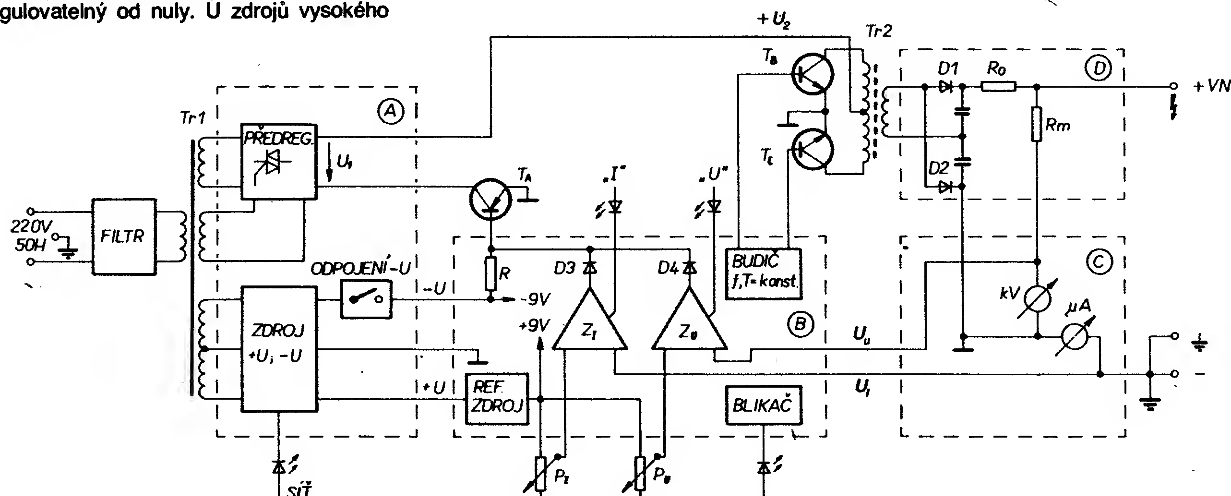
Na vnitřním odporu mikroampérmetru vzniká napětí U_I. Tato napětí se pak využívají k regulaci napětí nebo proudu.

Aby se dosáhlo přiměřené účinnosti zdroje napětí U_2 pro měnič, byl použit předregulátor napětí s triakem [II]. Předregulátor má za úkol „bez ztrát“ udržovat na regulačním tranzistoru TA přibližně konstantní napětí.

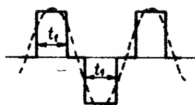
Samotnou regulaci zajišťuje tranzistor TA a zesilovač Z_U nebo Z_I. V rozdílovém zesilovači Z_U nebo Z_I se porovnává odchylka mezi nastavenou hodnotu potenciometru PU nebo PI, který je napájen z referenčního zdroje, a napětím U_U nebo U_I. Podle toho se přivírá výkonový tranzistor TA, který je trvale otvírán přes rezistor R ze zdroje −U tak, aby tato odchylka byla nulová. S diodami D3, D4 může zdroj pracovat podle druhu zátěže, buď jako zdroj napětí nebo zdroj proudu. Režim regulace napětí nebo regulace proudu je indikován diodou LED „U“ nebo „I“.

Vlastní regulátor je napájen ze zdroje +U, −U. Protože při vypnutí zdroje vlivem různé se vybíjejících kapacit v přístroji vznikaly na výstupu napěťové špičky, je zdroj − U vybaven elektronickým odpojovačem, který při vypnutí sítě okamžitě odpojí napětí − U a tím zavře tranzistor TA.

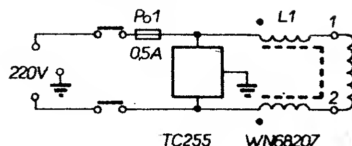
Všechny části zdroje jsou napájeny ze síťového transformátoru Tr1. Protože je v předregulátoru použit triak, je na primární straně zapojen síťový filtr, který brání průchodu rušivých impulsů do sítě. Přístroj je dále vybaven výstražnou indikací vysokého napětí. Pojistka Po2 chrání tranzistory TB, TC při případném „vypadnutí“ budiče, popř. průrazu na Tr2.



Obr. 1. Základní schéma



Obr. 2. Průběh mag. toku v Tr2



Obr. 3. Celkové zapojení

Popis zapojení

Celý zdroj je na čtyřech deskách s plošnými spoji A, B, C, D. Celkové zapojení je na obr. 3. Mimo desky je umístěn síťový transformátor, síťový filtr, transformátor měniče, společný chladič s tranzistory TA, TB, TC, měřicí přístroje, potenciometry a diody LED.

Schéma zapojení desky A je na obr. 4, deska s plošnými spoji na obr. 5. Deska A obsahuje předregulátor, řízený usměrňovač, zdroj napájecích napětí pro regulátor a odpojovač záporného napětí.

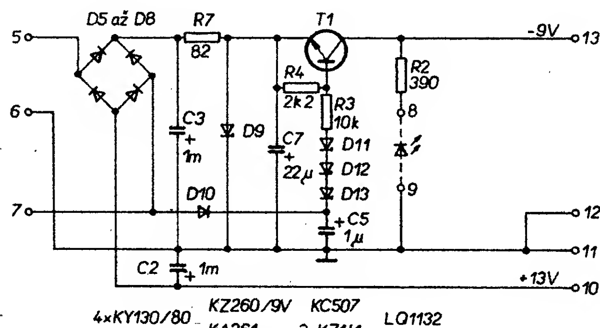
Předregulátor je z integrovaného obvodu pro fázové řízení MAA436 [III]. Je zapojen podle doporučeného zapojení. Vstupní napětí pro tento obvod je mezi zemí a vývodem *15*. Je to úbytek na výkonovém tranzistoru TA, který se tímto obvodem udržuje přibližně konstantní. Tento úbytek je optimálně nastaven rezistory R1, R14. Z hlediska výkonové ztráty tranzistoru TA by měl být co nejmenší, ale při jeho přílišném zmenšování se stává předregulátor nestabilní. Z důvodů galvanického oddělení je obvod napájen ze samostatného vinutí transformátoru Tr1 a jeho výstup je oddělen transformátorem Tr3.

Z tohoto obvodu je ovládán řízený usměrňovač Tc1, D1 až D4. Obvod R8, C1 chrání triak před napěťovými impulsy, rezistor R6 udržuje triak zapnutý až do konce periody. Rezistor R5 slouží k vybití kondenzátorů C4, C5 při vypnutí zdroje. Zdroj $\pm U$ pro napájení regulátoru tvoří diody D5 až D8. Kladná větev zde není stabilizována. Stabilizace je až na desce B. V záporné větvi je stabilizátor se Zenerovou diodou D9. Za ní následuje tranzistor T1, který vede pouze v případě, že je přes diodu D10 nabíjen kondenzátor C9. Při vypnutí zdroje nabíjení přestane, C9 se rychle vybíjí přes R3. Diody D11 až D13 vytvářejí napěťový posuv a zrychlují tak celý děj.

Zapojení desky s plošnými spoji B je na obr. 6, deska s plošnými spoji je na obr. 7. Deska B obsahuje stabilizátor kladného napětí, regulátor napětí, regulátor proudu, budič spínacích tranzistorů měniče a blikač pro indikaci vysokého napětí.

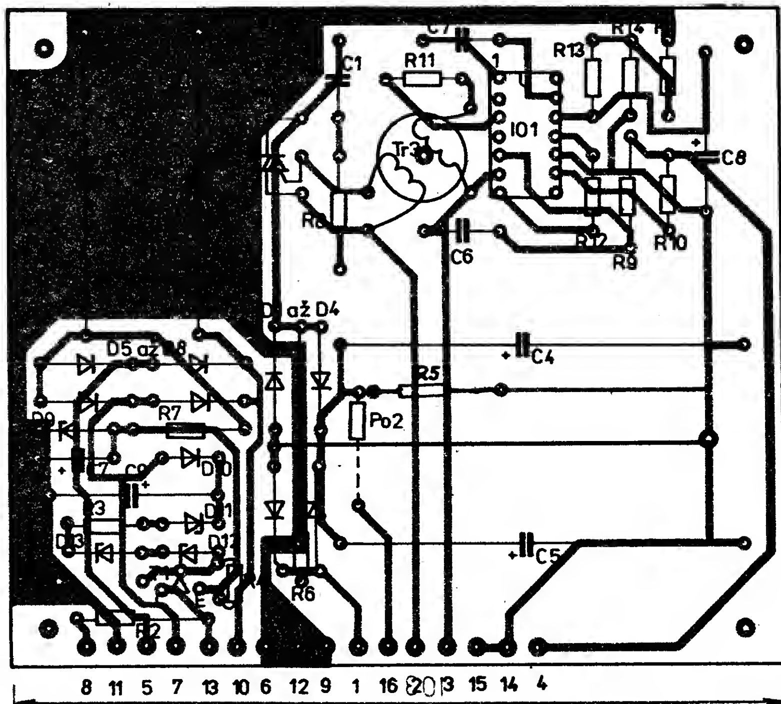
Stabilizátor kladného napětí vytváří obvod MAA723. Na jeho výstupu je asi 9 V. Toto napětí je též používáno jako referenční.

Regulátor napětí a regulátor proudu jsou téměř shodné. Vzorek výstupního napětí (proudu) je přiveden na impedanční převodník IO2 (IO102). Za ním následuje rozdílový zesilovač IO3 (IO103). Výstupní napětí IO2 (IO102) se porovnává s nastavenou hodnotou P1 (P101). Rozdíl se zesílí. Diodami D3, D103 se vybere kladnější napětí a to se vede na bázi T2, který je v Darlingtonově zapojení s TA. Indikace tohoto kladnějšího napětí (T1 a D4) nám ukazuje, je-li uzavřena napěťová nebo proudová smyčka. Dioda D2 (D102) posouvá toto napětí tak, aby bylo schopné



Obr. 4. Schéma zapojení desky A

Obr. 5. Deska s plošnými spoji A – X91 (Po2 je ze strany spojů, R5 má být umístěn doprostřed mezi C4 a C5)

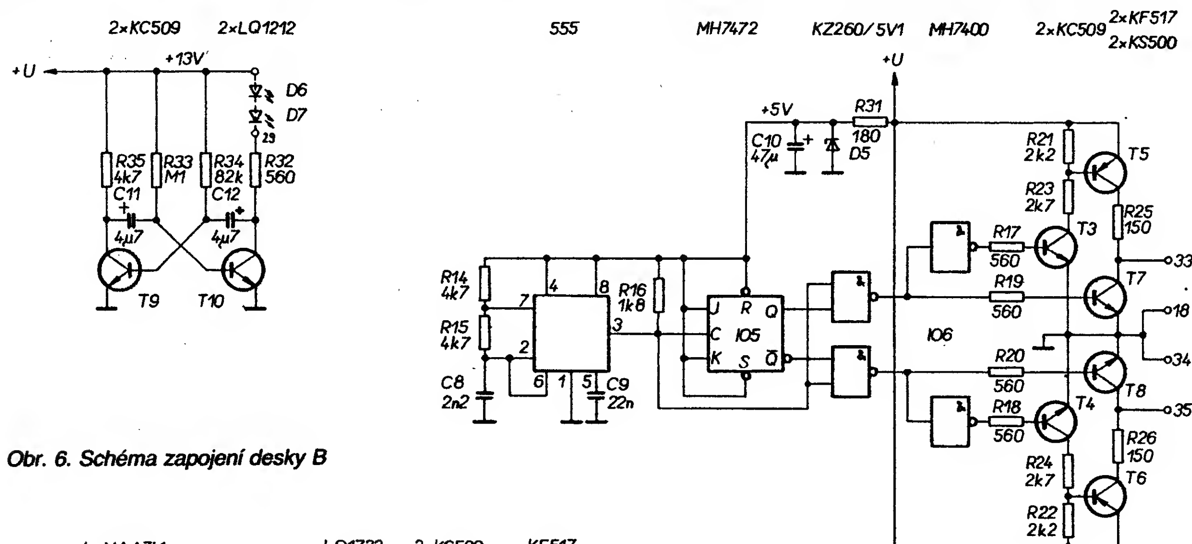


otevřít křemíkový tranzistor T1 (T101). Dioda D1 (D101) chrání přechod B – E při záporné saturaci rozdílového zesilovače. Vstupní nesymetrie tohoto zesilovače se vykompenzuje trimrem R8 (R108). Trimrem R13 (R113) se nastavuje napětí na potenciometru P1 (P101) tak, aby na celé dráze reguloval od nuly do maxima.

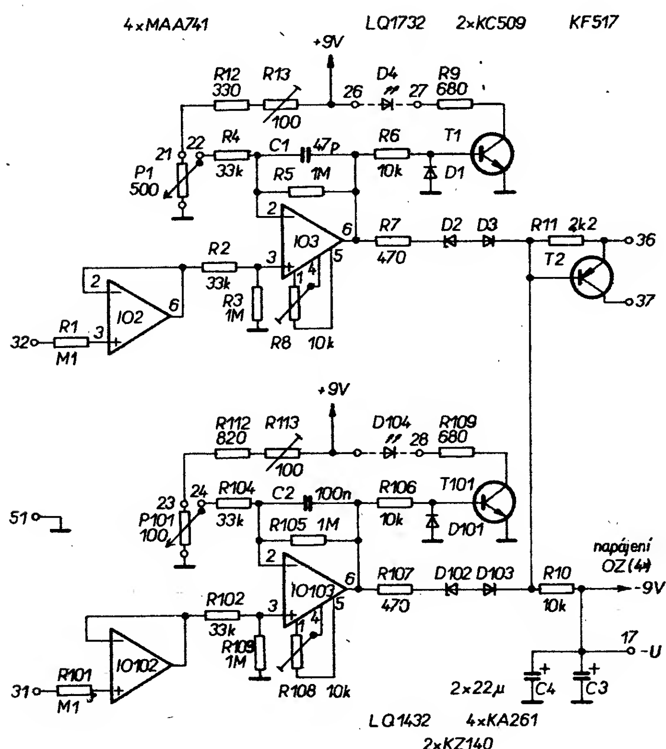
Budič spínacích tranzistorů měniče TB, TC je navržen z obvodů TTL. Potřebných 5 V se získává Zenerovou diodou D5. Princip budiče je následující. Obvod 555 generuje signál o kmitočtu 40 kHz s patřičnou střídou. Tento signál se v klopném obvodu dělí dvěma. Po logickém součinu vstupu a výstupů klopného obvodu získáme dva stejné průběhy s fází přesně 180°. Tyto výstupy se pak vedou do zesilovače T3, T5 (T4, T6) a přes rezistor R25 (R26) se otvírá tranzistor měniče. Jeho rychlé zavření zajišťuje T7 (T8).

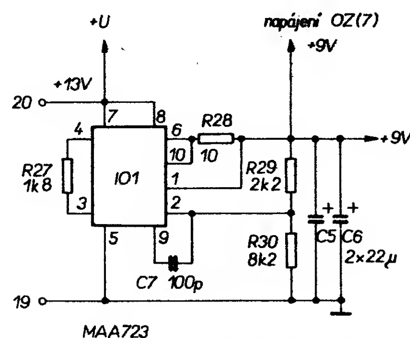
Na této desce je rovněž umístěn multivibrátor (T9, T10) s diodami LED, kterými je na čelním panelu blikáním indikováno vysoké napětí.

Na desce s plošnými spoji C jsou umístěny přepínače rozsahů. Schéma je na obr. 8, deska s plošnými spoji na obr. 9. Při přepínání rozsahů napětí i proudu se nesmí rozpojit zpětná vazba, aby nevznikaly napěťové špičky na výstupu. Proto je měřidlo se sériovým rezistorem trvale zapojeno, a k nim se



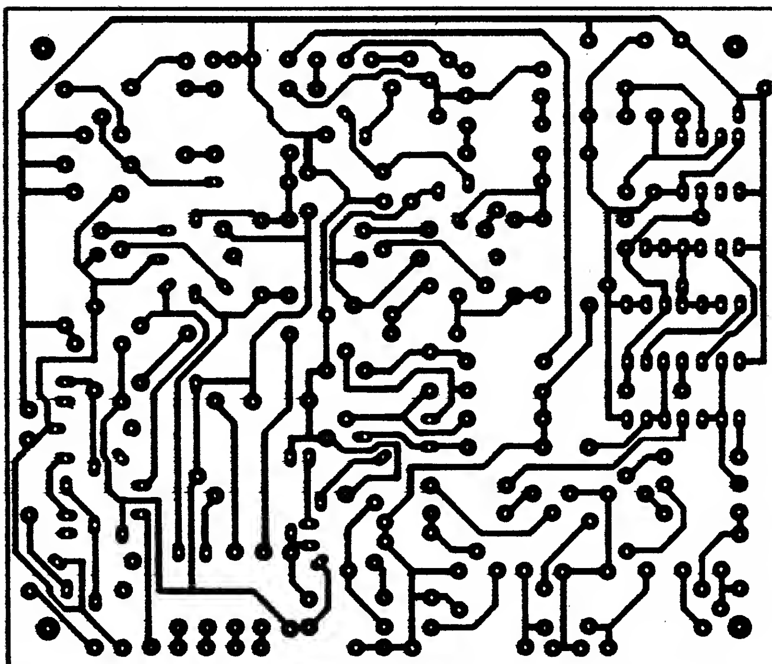
Obr. 6. Schéma zapojení desky B



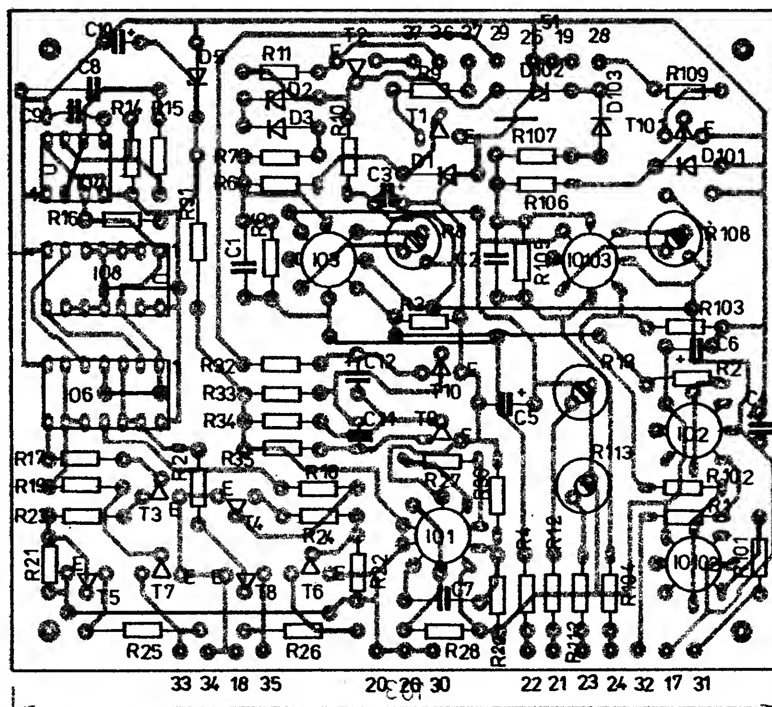


paralelně připínají příslušné rezistory. Jednotlivé rozsahy je možné jemně nastavit trimry. D1 spolu s C1 chrání výstup před špičkami napětí.

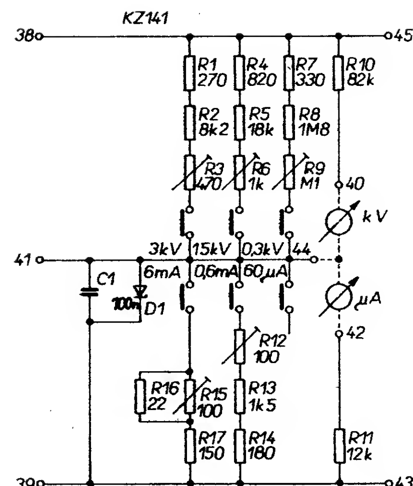
Zapojení desky D je na obr. 10. Deska D není z kuprextitu. Vzhledem k potřebné izolaci jsou součástky umístěny na desce ze sklotextitu (tl. 5 mm). Ze spodní strany jsou vrtačkou vyfrézovány drážky pro propojení součástek. Spodní strana je pak překryta další deskou ze stejného materiálu. Tuto desku ještě chrání kryt z organického skla (tl. 3 mm).



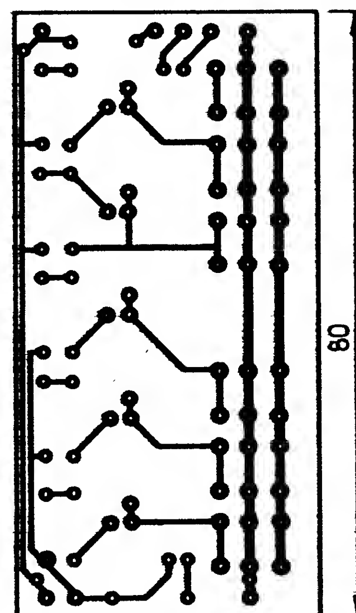
103

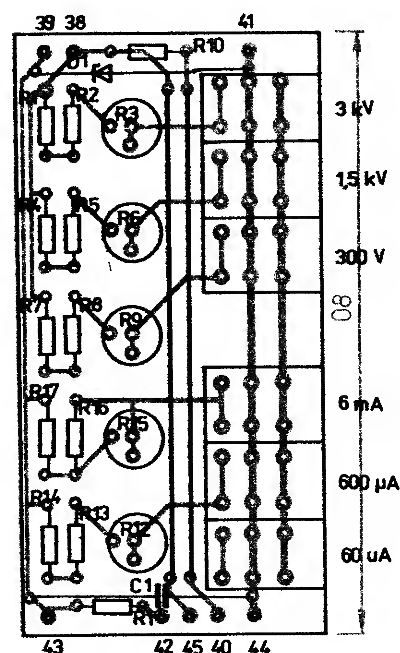


Obr. 7. Deska s plošnými spoji B – X92



Obr. 8. Schéma zapojení desky C





Obr. 9. Deska s plošnými spoji C – X93

Diody ve zdvojovači jsou z osmi sériově zapojených rychlých diod KY199. Vysokonapěťové rezistory se složí ze sériově zapojených rezistorů TR 153. Všechny součástky jsou na desce umístěny nastojato (obr. 11).

Mechanická konstrukce

Obrázek mechanické konstrukce zdroje je na obr. 12. Skříňka se skládá z čelního panelu, zadního panelu a subpanelu, které jsou vzájemně propojeny sloupky. V nich jsou závity pro přišroubování čtyř krycích plechů. Dělicí přepážka mezi nízkonapěťovou a vysokonapěťovou částí je zároveň chladičem tranzistorů TA, TB, TC. Tranzistory jsou od něj elektricky izolovány slídovými podložkami. Desky A a B jsou připevněny distančními sloupky, deska C je připevněna k subpanelu přepínačem Isostat. Deska D a transformátor Tr2, který je umístěn na destičce z duralového plechu, jsou přišroubovány na hlavní sloupky.

Výstupní svorka není přišroubována přímo do čelního panelu, ale je umístěna na izolační podložku ze sklotextitu. Je možné použít i organické sklo. Na žádnou izolaci není vhodné použít pertinax nebo texgumoid, protože se vlivem stárnutí a vlhkosti stávají mírně vodivými. Přestože jsou potenciometry P1, P101 prakticky uzemněny, byly jejich hřídele doplněny izolací (bylo by možné použít potenciometrů s izolovanými hřídeli). Na vývod vysokého napětí musí být použit vodič s patřičnou izolací, případně doplnit jeho izolaci bužírkou. Po připájení vývodu na zdířku, bylo toto spojení zaizolováno silikonovým kaučukem. Čelní i zadní panel byly nastříkány barvou 1039, popsány Propisotem a tuší a přestříkány matným lakem. Krycí plechy byly nastříkány barvou 2320. U kilovoltmetru je upravena stupnice. Všechny mechanické díly jsou nakresleny

Obr. 10. Schéma zapojení desky D

Obr. 11. Rozmístění součástek na desce D

Obr. 12. Sestava zdroje

na obr. 13. Fotografie uspořádání přístroje jsou na obr. 14, 15, 16.

Velkou pozornost musíme věnovat výrobě transformátoru Tr2. Primární vinutí je namotáno bifilárně po celé vrstvě. Sekundár je odizolován třemi vrstvami tereftalátu tloušťky 0,05 mm. Sekundární vinutí má sedm vrstev, zhruba o 100 závitech. Mezi závity jsou mezery tak, aby byly závity rozloženy na celou vrstvu. Mezi vrstvami jsou dva závity tereftalátu, který je použit zejména pro malé ε_r. Tím je snížena kapacita sekundárního vinutí.

POZ.11 DISTANCE Tr1 — 4ks mat: DURAL

POZ.5 DISTANCE — 4ks mat.: DURAL

POZ.7 DISTANCE PL. SPOJ — 4ks mat.: DURAL

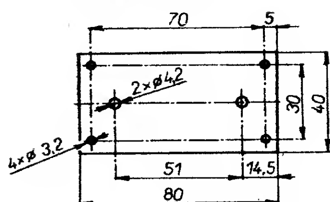
POZ.1 ČELNÍ PANEL — 1ks mat.: DURAL tl 2mm

POZ.2 SUBPANEL — 1ks mat.: DURAL tl 2mm

POZ.4 CHLADIČ — 1ks mat.: DURAL tl.4mm (černý elox)

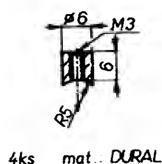
POZ.3 ZADNÍ PANEL — 1ks mat: DURAL tl.2mm

POZ. 10 DRŽÁK Tr2



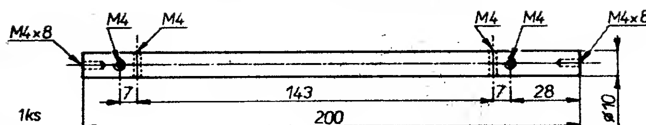
1ks mat.: DURAL tl 2mm

POZ 8
DISTANCE PL. SPOJ



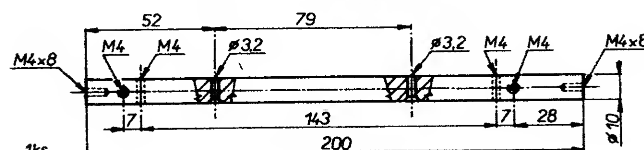
4ks mat.: DURAL

POZ 12 PRAVÝ HORNÍ SLOUPEK



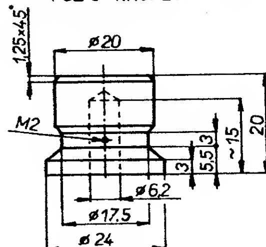
1ks

POZ 12 PRAVÝ DOLNÍ SLOUPEK



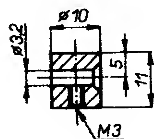
1ks

POZ 6 KNOFLÍK



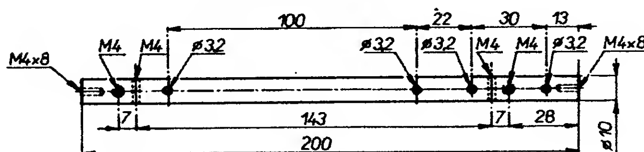
2ks mat.: DURAL

POZ 9 PŘICHYTKA



2ks mat.: DURAL

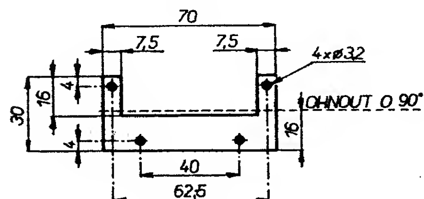
POZ 12 LEVÉ SLOUPKY



2ks

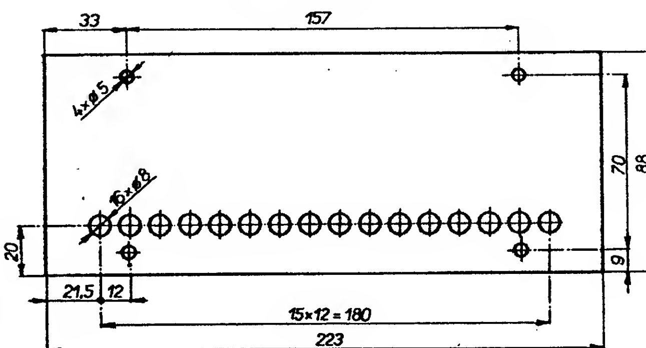
mat. sloupků: DURAL

POZ 13 DRŽÁK L1

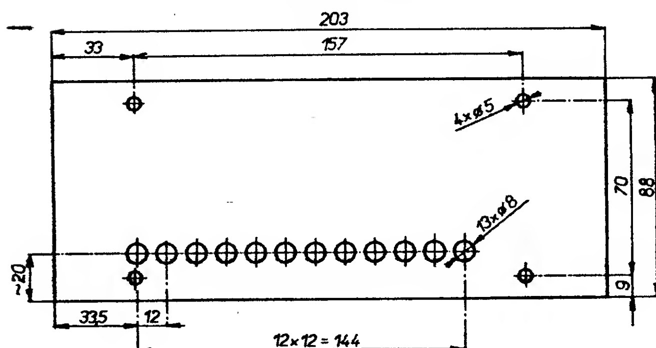


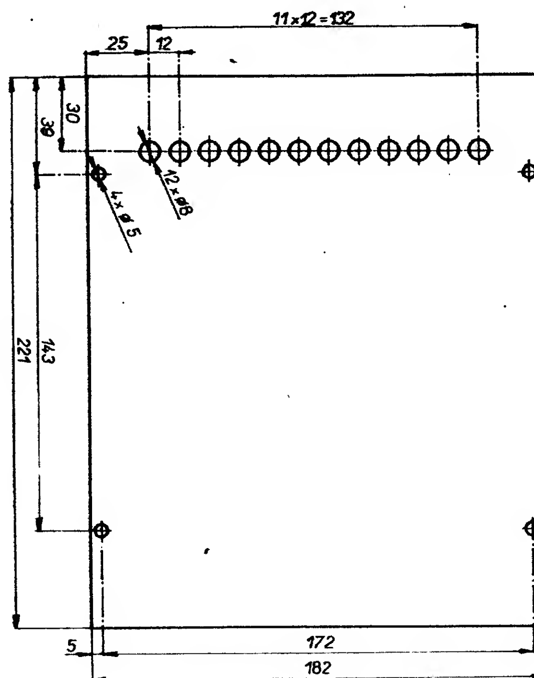
mat.: AL tl.2mm

PRAVÝ KRYCÍ PLECH

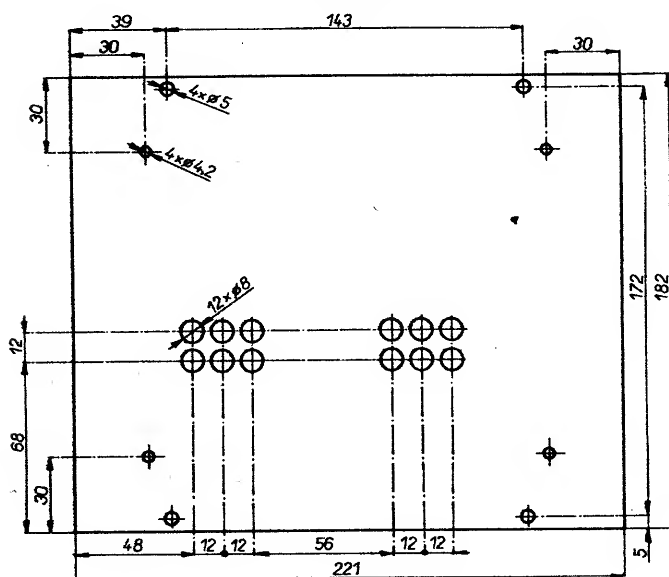


LEVÝ KRYCÍ PLECH



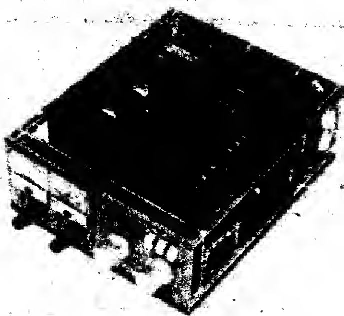


DOLNÍ KRYCÍ PLECH

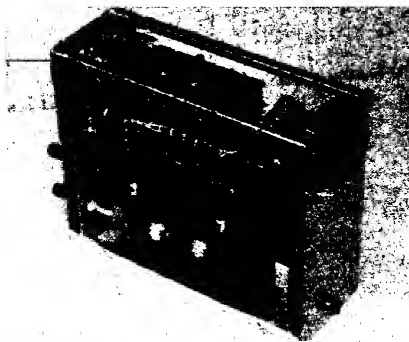


mat. krycích plechů: AL tl 2mm

Obr. 13. Mechanické díly



Obr. 14. Pohled na odkrytý přístroj



Obr. 15. Pohled na spodní část



Obr. 16. Zadní strana přístroje

Uvedení do chodu

Před celkovým propojením je nutné alespoň zhruba oživit jednotlivé desky.

Desku A připojíme na síťový transformátor Tr1 a změříme napětí v bodech *10* a *13*. Napětí by se nemělo příliš lišit od napětí uvedených ve schématech. Při vypnutí sítě se musí napětí v bodě *13* okamžitě zmenšit na nulu. To je vhodné ověřit osciloskopem.

Potom do bodu *14* přivedeme z vnějšího zdroje záporné napětí a měříme přitom napětí U_1 mezi svorkami *15* a *16*. Při malém záporném napětí musí být U_1 maximální. Jestliže záporné napětí zvětšíme nad 10 V, musí se U_1 zmenšit k nule.

Aby se urychlilo vybíjení kondenzátorů C4, C5 je vhodné pro tuto fázi propojit svorky *15*, *16* rezistorem asi 220 Ω/6 W. Tímto postupem je ověřena správná činnost napájecích zdrojů, předregulátoru i řízeného usměrňovače. K takto oživené desce připojíme desku B jen pomocí propojek *13–17*, *11–19*, *10–20*. Potom ověříme činnost stabilizátoru MAA723 tím, že změříme napětí na jeho vývodu *1*. Mělo by být asi +9 V. Pak zkontrolujeme činnost budiče tím, že na osciloskopu sledujeme průběhy na svorkách *33* a *35*. Pulsy musí být vzájemně posunuty o 180° s kmitočtem asi 20 kHz. Závěrem si ověříme činnost blikače tak, že na svorky *29*, *30* připojíme diodu LED.

Desky C a D jsou jednoduché a pokud jsou správně osazeny, nepotřebují oživovat. Nyní musíme celý přístroj propojit „načisto". Celý zdroj oživujeme postupně. Před jeho zapnutím vyndáme pojistku Po2 (1,5 A). Tím ho rozdělíme na dvě části:

1) regulátor napětí U_2,
2) měnič nízkého napětí na vysoké.

Pro ověření správné činnosti zdroje napětí U_2 ho zapojíme podle obr. 17. Pokud je vše v pořádku, můžeme nyní regulovat napětí na rezistorech potenciometry P1 a P101. Který z potenciometrů je právě v činnosti signalizuje dioda D4 a D104. Regulace v tomto případě není přes celou dráhu. Tím je regulátor U_2 oživen.

Nyní do bodu *16* připojíme zdroj regulovaného kladného napětí a na výstup VN připojíme vysokonapěťový voltmetr, popřípadě avomet s patřičnou sondou. Nyní budeme zvětšovat napětí zdroje a pozorovat voltmetr. Pokud je vše v pořádku, výchylka se bude zvětšovat. Asi při 30 V by už na výstupu mělo být napětí 3 kV. V této fázi je dobré nastavit trimry R3, R6, R9 na desce C přesné rozsahy měřidla, abychom nemuseli mít dále připojený vysokonapěťový voltmetr.

Při této práci postupujeme opatrně s ohledem na vysoké napětí!

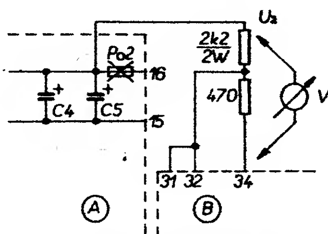
Potom nasadíme pojistku Po2 (1,5 A) a vysoké napětí je regulovatelné potenciometrem P1. Na výstup připojíme zatěžovací rezistor 47 kΩ (2 W v sérii s mikroampérmetrem) a trimry R12 a R15 nastavíme rozsahy mikroampérmetru 600 μA a 6 mA.

Trimry R8 a R108 na desce B nastavíme nulové napětí a proud při potenciometrech P1 a P101 nastavených na minimum a trimry R13, případně R113 nastavíme maximální rozsah kilovoltmetru, případně mikroampérmetru při P1 a P101 nastavených na maximum. Pokud nepůjde rozsah trimry nastavit, změníme rezistor R12, případně R112.

Na svorce *16* ještě osciloskopem zkontrolujeme, zda zdroj v napěťové nebo proudové smyčce nekmitá. Případné kmity odstraníme změnou C1 a C2.

Tím je celý zdroj oživen a nastaven. Nyní už jen zkontrolujeme, zda některá část (chladič, transformátor Tr1, Tr2) po delším provozu příliš nezahřívá.

Při měření na zdroji je nutné si uvědomit, že pracovní zem zdroje není shodná se zemí síťovou. Proto při uzemnění osciloskopu je vlastně zkratován rezistor na kterém se snímá proud.



Obr. 17. Pomocné zapojení při oživování zdroje U_2

Závěr

Při stavbě tohoto zdroje se vycházelo z požadavku na dobrou účinnost při možnosti regulace od nuly. Pouhou změnou transformátoru Tr2 a částí C a D je možné konstruovat i zdroje jiných napětí. Při konstrukci zdrojů s výstupním napětím vyšším než 4 kV je nutné použít násobič napětí (s výhodou lze využít násobič z barevných TVP), protože se negativně projevuje vysoký počet závitů na sekundáru. Je také možné takto vytvořit účinný regulovatelný zdroj nízkého napětí a velkého výstupního proudu. Velikost maximálního výstupního proudu při jiném napětí je dána maximálním výstupním výkonem zdroje. Ten je v tomto případě omezen použitým síťovým transformátorem. V některých aplikacích (např. pro lékařské účely) může být výhodné dvojí oddělení od sítě (Tr1, Tr2).

Závěrem musím upozornit na nutnou opatrnost při stavbě i používání zdroje. Přestože maximální výstupní proud popisovaného zdroje by neměl „zabít" (sám jsem to raději neověřoval), může při práci s ním nastat úraz i jiným způsobem (popálením, pádem apod.).

Je bezpodmínečně nutné mít zdroj vždy pečlivě nulován!!!

Seznam součástek

Deska A

Polovodičové součástky	
Tc1	*KT207/600*
IO1	*MAA436*
T1	*KC507*
D1 až D4	*KY132/600*
D5 až D8	*KY130/80*
D9	*KZ260/9V1*
D10	*KA261*
D11 až D13	*KZ141*
D14	*LQ1132*
Rezistory (TR 151)	
R1	22 kΩ
R3, R14	10 kΩ
R4, R13	2,2 kΩ
R10	47 kΩ
R11	100 Ω
R12	150 kΩ
	TR 152 – 0,5 W
R2	390 Ω
R7	82Ω
R8	47 Ω
R9	820 Ω
	TR 153 – 1 W
R5	1,5 kΩ
	TR 510 – 6 W
R6	1 kΩ
Kondenzátory	
C1, C6, C7	100 nF, MITT-96
C2, C3	1 mF/15 V, TE 984
C4, C5	1 mF/50 V, TE 677
C8	5 μF/70 V, TE 988
C7	22 μF/10 V, TE 122
C9	1 μF/40 V, TE 125
Ostatní	
Tr3	hrníček ⌀ 14; H 12; AL = 1500; 2× 45 z; ⌀ 0,2 mm.
Po	1,5 A

Deska B

Polovodičové součástky	
IO1	MAA723
IO2, IO102, IO3, IO103	MAA741
IO4	BE555
IO5	MH7472
IO6	MH7400
T1, T101, T3, T4, T9, T10	KC509
T2, T3, T6	KF517
T7, T8	KS500
D1, D101, D3, D103	KA261
D2, D102	KZ140
D4	LQ1732
D104	LQ1432
D5	KZ260/5V1
D6, D7	LQ1212
Rezistory (TR 151)	
R1, R101, R33	100 kΩ
R2, R102, R4, R104	33 kΩ
R3, R103, R5, R105	1 MΩ
R6, R106, R10	10 kΩ
R7, R107	470 Ω
R9, R109	680 Ω

R11, R21, R22, R29	2,2 kΩ
R12	330 Ω
R112	820 Ω
R14, R15, R35	4,7 kΩ
R16, R27	1,8 kΩ
R17, R18, R19, R20, R32	560 Ω
R23, R24	2,7 kΩ
R28	10 Ω
R30	8,2 kΩ
R34	82 kΩ
R25, R26	150 Ω, TR 152
R31	180 Ω, TR 153
R8, R108	10 kΩ, TP 095
R13	100 Ω, TP 095
R113	470 Ω, TP 095
P1	500 Ω, TP 280
P101	100 Ω, TP 280
Kondenzátory	
C1	47 pF, TK 783
C2	100 nF, TK 783
C3, C4, C5, C6	22 µF/10 V, TE 112
C7	100 pF, TK 783
C8	2,2 nF, TC 237
C9	22 nF, TK 783
C10	47 µF/15 V, TE 121
C11, C12	4,7 µF/6,3 V, TE 124

Deska C

Polovodičové součástky	
D1	KZ141
Rezistory (TR 151)	
R1	270 Ω
R2	8,2 kΩ
R4	820 Ω
R5	18 kΩ
R7	330 Ω
R8	1,8 MΩ
R10	82 kΩ
R11	12 kΩ
R13	1,5 kΩ
R14	180 Ω
R16	22 Ω
R17	150 Ω
R3	470 Ω, TP 095
R6	1 kΩ, TP 095
R9	100 kΩ, TP 095
R12, R15	100 Ω, TP 095
Kondenzátory	
C1	100 nF, TK 783
Ostatní	
Přepínač Isostat 3 + 3 závislý	
kV, µA – MP 40/60 µA	

Deska D

Polovodičové součástky	
D1 až D16	KY199
D17, D18	KZ141

Rezistory (TR 153)	
R1 až R8	10 MΩ
R9 až R12	4,7 kΩ
R13 až R20	560 kΩ
Kondenzátory	
C1 až C4	100 nF/1000 V, TC 185
C5 až C9	22 nF/1000 V, TC 210
C10	1 nF, TK 783
Ostatní	
Isostat – síťový vypínač	
Odrušovací kondenzátor TC 255	
Odrušovací tlumivka WN 68207	
TA	KD617
TB, TC	KUY12
RA	390 Ω, TR 151
RB	3,9 kΩ, TR 152
C	200 µF, TE 988
Tr1	viz tab. 1
Tr2	viz tab. 2
Přístrojová zdířka WK 484 00 ·	
WK 484 04	

Literatura

[1] *Ing. M. Janata:* Bezpečnostní hlediska při konstrukci amatérských zařízení AR B1/86

[2] *L. Grygera, M. Králová:* Stabilizovaný zdroj s předregulátorem AR č. 1/78.

[3] Technické zprávy: Příklady použití MAA436

Tab. 1. Transformátor Tr1

Plechy: 0,5; jádro: EI 25 × 32							
Vinutí	V/A	Závitů	Ø drátu [mm]	závitů/vrstev	vrstev	Izolace vrstev [mm]	Izolace vinutí [mm]
1–2	220/0,15	1260	0,25	105	12	každou 3. papír 0,05	4× pap. 0,05
3–4	33/0,75	200	0,56	50	4	1× papír 0,05	2× pap. 0,05
5–6	24/0,2	145	0,3	80	2	1× papír 0,05	2× pap. 0,05
7–8	10/0,2	60	0,3	60	1	–	2× pap. 0,05
8–9	10/0,2	60	0,3	60	1	–	

Tab. 2. Transformátor Tr2

jádro: EE 12 × 14 – ferit							
Vinutí	V/A	Závitů	Ø drátu [mm]	Závitů/vrstev	Vrstev	Izolace vrstev	Izolace vinutí [mm]
1–2	40/0,8	14	0,63	bifilárně na celou vrstvu			–
3–4	40/0,8	14	0,63				4× tereft. 0,05
5–6	1600/0,02	660	0,112	100)*	7	2× tereft. 0,05	4× tereft. 0,05

)* na celou vrstvu

Použitá literatura a informační prameny
k článku ing. M. Güttera, OK1FM „FANTOM 89“ na str. 21

[1] *OK1FM:* Předzesilovač pro 2 m s BF981. Sborník Klínovec 1986; Ročenka AR 1986.

[2] Pramet Šumperk: Výrobní program 1987; Magnetický měkké ferity 1981.

[3] *Petržílka V.*, OK1VPZ: Sborník Klínovec 1987.

[4] *Petržílka V.*, OK1VPZ: TCVR Sněžka.

[5] *Petržílka V.*, OK1VPZ: Transvertor Oškobrh. Sborník Klínovec 1986.

[6] *Stříhavka Fr., OK1CA:* Transvertor pro 23 cm. Sborník Klínovec 1987.

[7] *OK1FM:* Nf klíčovač pro MS. AR A11 1984, s. 432–3.

[8] Směšovač UZ07. AR A3 1985, s. 113.

[9] *Sklenář J., OK1WBK:* TCVR Kentaur. Sborník Třebíč 1985. Sborník Holice 1986.

[10] Odporové atenuátory. AR B2 1986, s. 70.

[11] *Krug F., DJ3RV:* Vielseitig einsetzbares ZF-Teil. UKW Berichte 1982, č. 2, 3, 4; 1981, č. 3, 4.

[12] *Martin M., DJ7VY:* Extrem linearer Empfängereingangsmodul. Internationale Elektronische Rundschau 4/1975 (IER).

[13] *Rohde U.:* Zur optimalen Diemensionierung von UKW-Eingangsteilen. IER 5/1973.

[14] *Kestler J., DK1OF:* Empfänger-Eingangsteil für das 2 m Band. UKW Berichte 3/1985.

[15] *Püschner W., DK7FB:* Das Rauschverhalten von Verstärkern. UKW Berichte 2/1985.

[16] *OK1DAI:* Ladicí převod pro radioamatérská zařízení. RZ7–8/1977, s. 10–15.

[17] Katalog elektronických součástek, konstrukčních dílů, bloků a přístrojů. Díl 1–4. TESLA ELTOS.

[18] Sborníky seminářů za posledních 5 let v ČSSR.

[19] *Martin M., DJ7VY:* Rauscharmer UKW Oscillator für einen Empfängereingangsteil mit grossem Dynamikbereich. CQ DL 12/1976, 10/1977.

[20] *Martin M., DJ7VY:* Rauscharmer UKW-Oszillator. UKW Berichte 4/1982.

[21] *Wieser M., OE7WMI:* Ein VFO mit Frequenzregelschleife. UKW Berichte 4/1982.

[22] *Borchert G., DF5FC:* Nebenwellenarmer 2 m/70 cm Sender. UKW Berichte 4/1982, 1/1983.

[23] *Mašek V., OK1DAK:* Oscilátory s vysokou spektrální čistotou. Sborník Klínovec 1986.

[24] TESLA Hradec Králové: Katalog výrobků. Keramické kondenzátory. Křemenné výbrusy.

[25] *Andrlík F., OK1DLP:* Číslicová stupnice – měřič kmitočtu s CMOS a LCD. Ročenka AR 1987.

[26] Prodejna TESLA, Dukelská 663, 500 02 Hradec Králové.

[27] *Voleš J., Ing., OK1VJV:* Oscilátory pro zařízení VKV. RZ11–12/1986. Sborník Černá Studnice 1987.

INTEGROVANÉ OBVODY PRO DEKODÉRY DOPRAVNÍHO ROZHLASU

Ing. Vladimír Valenta

Dopravní rozhlas pracuje v systému ARI, který vznikl u fy Blaupunkt a je rozšířen téměř v celé střední Evropě a proto byl také zaveden u nás (již v roce 1986). Čs. rozhlas vysílá tímto způsobem na několika vysílačích VKV – téměř 60 % území ČSSR je pokryto signály systému ARI v pásmu OIRT. V pásmu CCIR vysílá tento signál jen stanice Hvězda na 101,4 MHz, slyšitelná v Praze a okolí. Počet vysílačů VKV (stanice Hvězda) pracujících s modulací ARI se stále rozšiřuje.

TESLA Bratislava připravila přijímač 2116 A s dekodérem dopravního rozhlasu. Tento přijímač pracuje v obou normách VKV. Na trhu se objevují i přijímače z dovozu s dekodérem ARI. Tyto přijímače pracují převážně v pásmu VKV II (CCIR). Pro tyto přijímače je možné použít některý konvertor pro převod kmitočtů v pásmu CCIR do pásma OIRT a využít je pro příjem dopravního vysílání. Zprávy dopravního rozhlasu nebo též „Zelené vlny" se vysílají na stanicích Hvězda a to jak s amplitudovou modulací na středních a dlouhé vlně, tak i na vysílačích VKV. Pro informovanost řidičů je pak třeba neustálý poslech pořadů stanice Hvězda. Na této stanici jsou pravidelné relace „Zelené vlny" ve všední dny vždy po zprávách Čs. rozhlasu a to v 7.00, 9.00, 13.00, 16.00 a 19.00 hodin, jsou však i vysílány zvláštní důležitá hlášení „Zelené vlny" o neprůjezdnosti určitého místa na silnici při havárii, povětrnosti apod. Neustálý poslech rozhlasového pořadu může odvádět pozornost řidiče od řízení vozidla a také může způsobovat únavu řidiče. Proto byl zaveden způsob předávání informací o dopravě na silnicích pomocí systému ARI na rozhlasu VKV se stereofonní modulací. Přijímač naladěný na stanici, vysílající dopravní zprávy, indikuje příjem této stanice rozsvícením žlutého světla na čelním panelu a při zapnutém dekodéru reprodukuje pouze zprávy týkající se dopravy. To znamená, že nechceme-li neustále poslouchat rozhlasový pořad, ale máme zájem o dopravní zprávy, nastavíme přijímač na stanici VKV, vysílající v systému ARI (rozsvítí se žluté světlo na přijímači) a zapne se dekodér – pak uslyšíme jen zprávy týkající se dopravy. Máme-li přijímač s přehrávačem, přepíná dekodér dopravního rozhlasu signál z magnetofonu na dopravní zpravodajství. Po skončení dopravní relace přepne dekodér zpět na magnetofon nebo přijímač umlčí.

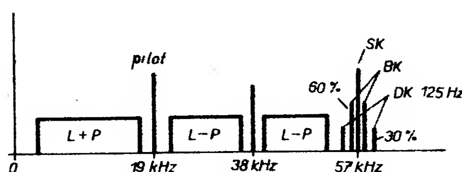
Systém ARI je vázán na stereofonní modulaci VKV. Potřebné kmitočty v systému ARI jsou odvozeny od pilotního kmitočtu stereofonní modulace 19 kHz. Základní neboli nosný kmitočet je 57 kHz a označuje se jako SK (SenderKennung), je to trojnásobek pilotního kmitočtu. Signálem tohoto kmitočtu je kmitočtově modulován nosný kmitočet vysílače VKV s kmitočtovým zdvihem 3,75 kHz současně s běžnou modulací stereofonního pořadu. Kmitočet SK je dále amplitudově modulován kmitočtem BK s 60% modulací a dále, při vysílání dopravní relace, je modulován ještě kmitočtem DK s 30% modulací. Kmitočty BK jsou určeny pro rozlišování oblastí a jsou pro oblast A=23,75 Hz, B=28,27 Hz, C=34,93 Hz, D=39,58 Hz, E=45,68 Hz, F=53,98 Hz. Kmitočet DK=125 Hz, je jím ovládán spínač dekodéru, umlčující normální modulaci pořadu přijímané stanice, nebo přepíná výstup z magnetofonového přehrávače na nf výstup ze stereofonního dekodéru přijímače. Modulační spektrum stanice VKV, vysílající signály ARI, je na obr. 1. Je to běžné spektrum odpovídající stereofonní modulaci s pilotním kmitočtem 19 kHz se základním součtovým spektrem nf stereofonní modulace, dále 38 kHz s postranními pásmy rozdílového spektra stereofonní modulace a dále kmitočet SK 57 kHz s postranními pásmy amplitudové modulace kmitočtu BK a DK. Jak již bylo uvedeno, kmitočty SK, BK, DK jsou na vysílači odvozeny od pilotního kmitočtu 19 kHz. Na obr. 2 jsou kmitočtové charakteristiky pásmové propusti pro BK a charakteristika filtru DK.

Dekodér ARI pro indikaci příjmu stanice s dopravními informacemi je v podstatě přímozesilující přijímač, který vybírá ze spektra nf signálu za detektorem FM amplitudově modulovaný signál o kmitočtu 57 kHz. Obsahuje řízený zesilovač přijímaného signálu, detektor AM, filtry kmitočtů BK a DK a obvody pro spínání signalizace SK a přepínač DK. Pro ovládání indikace SK se využívá detekovaného signálu o kmitočtu SK a zároveň kmitočtu BK. Pro ovládání přepínače umlčování běžného pořadu stanice se využívá filtrovaného signálu o kmitočtu 125 Hz, nebo se signálem tohoto kmitočtu ovládá přepínač nf výstupu z přehrávače a stereofonního dekodéru autopřijímače.

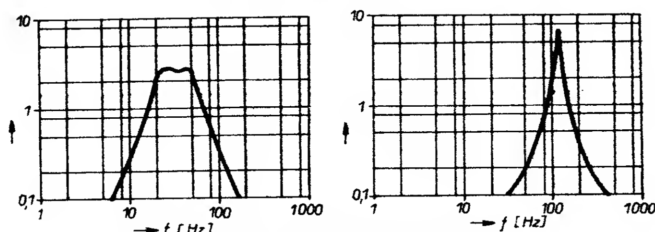
Současně s integrovanými obvody pro přijímače byly vyvinuty i speciální IO pro dekodéry ARI. Jako příklad lze uvést IO fy Siemens S-0280, S-0281, S551 a S552, které tvoří dekodér dopravního rozhlasu, jehož zapojení je na obr. 3. Tento dekodér pracuje s uvedenými čtyřmi speciálními IO a je určen pro autopřijímače s nastavitelnou předvolbou přijímaných stanic systému ARI, automaticky přelaďovaných na nejlepší příjem pro zvolenou oblast vysílačů.

Japonského původu jsou integrované obvody LA2200 a LA2211, určené pro dekodéry dopravního rozhlasu. Jednoduchý dekodér s obvodem LA2200 je na obr. 4. Obvod zesiluje a detekuje signál o kmitočtu 57 kHz, má výstup pro indikaci příjmu SK a ovládá přepínač DK, což pro jednoduchý dekodér ARI postačuje. K tomuto obvodu pro autopřijímače s přehrávačem je určen IO LA2211, v němž se přepíná pomocí signálu DK z obvodu LA2200 stereofonní výstup z přijímače a přehrávače. Obvod je vybaven varovným tónem při ztrátě příjmu stanice VKV s modulací ARI. Zapojení dekodéru s těmito obvody je na obr. 5.

V novém přijímači TESLA Bratislava 2116A je integrovaný obvod TDA1579. Tento IO je z nové řady obvodů fy Philips, určených pro autopřijímače s dekodéry ARI. Základní zapojení obvodu je na obr. 6. V integrovaném obvodu jsou sdruženy jak laděný zesilovač SK (to je 57 kHz), tak i aktivní filtry pro signály BK a DK a spínací obvody pro indikaci SK (žlutá LED) a pro ovládání přepínačů kmitočtem DK. Pro signály BK má IO jen dolní propust. Pásmová propust pro BK tak, jak je charakterizována kmitočtovou charakteristikou na obr. 2, je u tohoto IO řešena přidáním jednoho zesilovacího stupně s tranzistorem BC548, který tvoří s vnitřním zesilovačem aktivní pásmovou propust (obr. 7). Tento IO umožňuje řešit jednoduchý dekodér ARI s indikací SK rozsvícením žlutého světla (LED) a s ovládáním spínače signálem DK, což stačí pro funkci dopravního rozhlasu.

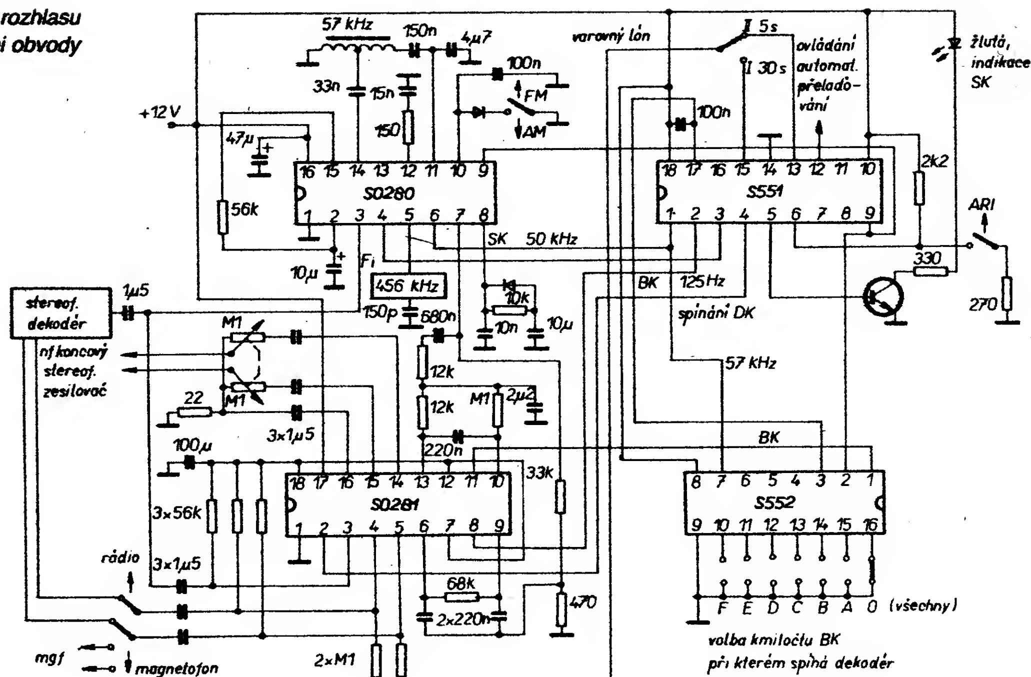


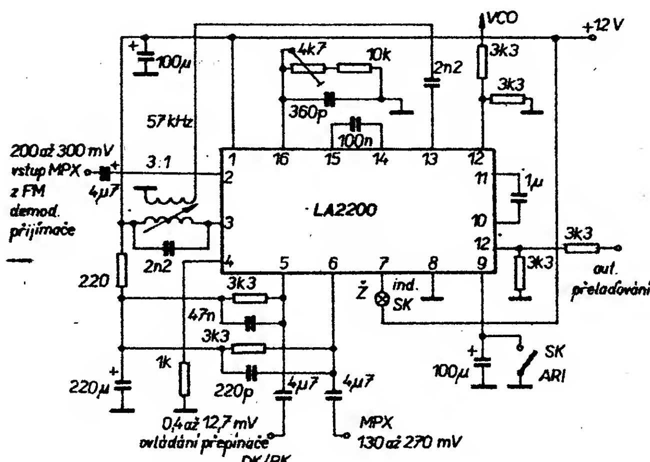
Obr. 1. Spektrum kmitočtů modulace FM při vysílání v systému ARI



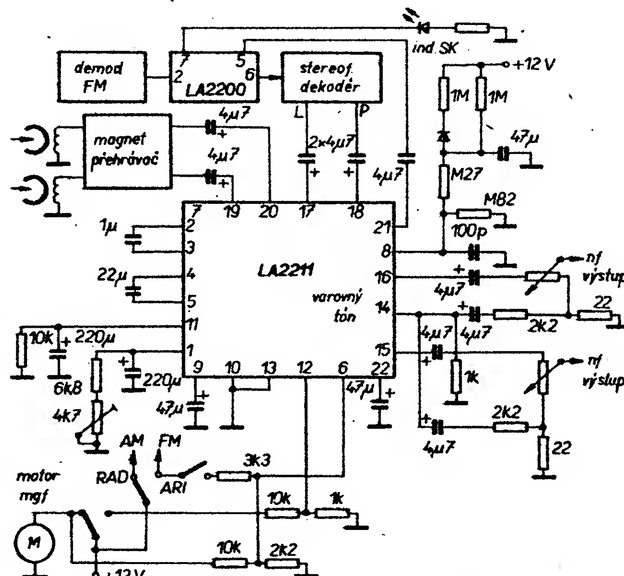
Obr. 2. Kmitočtové charakteristiky pásmové propusti BK a filtru DK

Obr. 3. Dekodér dopravního rozhlasu se speciálními integrovanými obvody

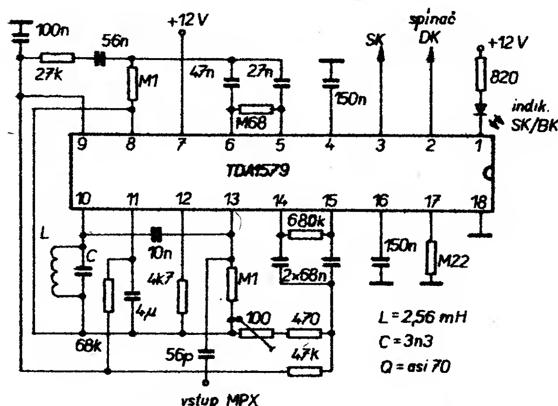




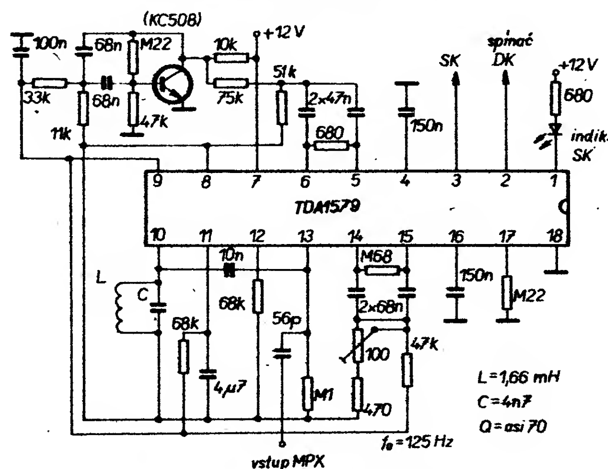
Obr. 4. Zapojení dekodéru LA2200



Obr. 5. Dekodér s obvody LA2200 a LA2211



Obr. 6. Základní zapojení TDA1579



Obr. 7. Zapojení TDA1579 s pásmovou propustí BK

K uvedenému obvodu je určen ještě další IO TDA 1589, který vytváří pro dekodér ještě obvod varovného tonu se zvětšující se hlasitostí při delší ztrátě příjmu stanice s modulací ARI. Varovný tón má upozornit řidiče na nutnost přeladit přijímač. Protože moderní autopřijímače mají vesměs i přehrávače, jsou v tomto IO i spínače pro ovládání chodu magnetofonu při přepínání na reprodukci dopravní relace.

Pro autopřijímače s přehrávačem je určen i další IO, TDA2000, který sdružuje přepínač stereofonních výstupů z přehrávače a stereofonního dekodéru přijímače. Přepínač je pak ovládán výstupem DK z dekodéru. V tomto IO je ještě regulátor hlasitosti pro stereofonní poslech, řízený jedním potenciometrem (není nutný tandemový potencio-

Obr. 8. Dekodér dopravního rozhlasu se speciálními IO, TDA1579, TDA1589, TDA2000
Všechny neoznačené tranzistory ve všech obrázcích jsou běžné nf typy (KC238, KC308 apod.)

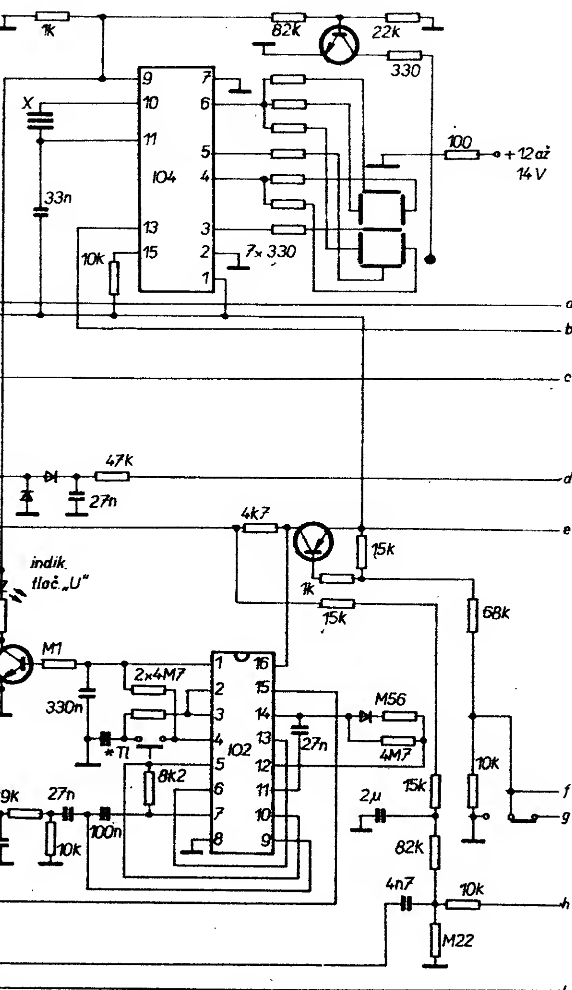
Obr. 12. Obvod varovného tónu

metr). Zapojení dekodéru je na obr. 8. Toto zapojení dekodéru obsahuje jak indikaci SK (žlutá LED), tak i indikaci zapnutí dekodéru do funkce DK, to značí, že dekodér bude přepínat reprodukci z přehrávače na přijímač při vysílání dopravní relace. Při tomto přepínání se zastavuje chod přehrávače.

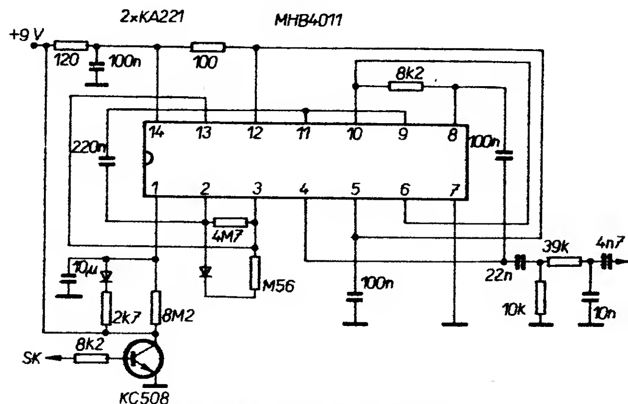
V dražších autopřijímačích s dekodérem ARI se ještě objevuje zapojení pro indikaci signálu BK. Tímto způsobem se určuje oblast území, pro které jsou dopravní informace určeny. Indikace BK se pak zobrazuje obvykle jako písmeno na sedmisegmentovém zobrazovači. Kmitočet BK je určen velkými písmeny A až F. Tento doplněk dekodéru ARI je na obr. 9, kde je i zapojení IO UAA1009 a sedmisegmentového zobrazovače písmen A až F. UAA1009 je samostatný počítačový obvod, řízený krystalem, obdobným jako v digitálních hodinkách. Tečka na zobrazovači je využita pro samostatnou indikaci SK. Je to proto, že celý zobrazovač písmene řízený UAA1009 má jisté zpoždění proti okamžité signalizaci SK, nutné při vylaďování stanice s dopravními informacemi.

Všechna uvedená zapojení dekodérů ARI potřebují IO, které se na našem trhu nevyskytují a je nutné je dovézt. Pro zajímavost uvedeme ještě zapojení dekodéru, které se užívalo, než byly zhotoveny speciální integrované obvody, zapojení na obr. 10. Všechny IO z obr. 10 lze s malými obměnami

Obr. 9. Obvod zobrazení kmitočtu BK písmeny A až F



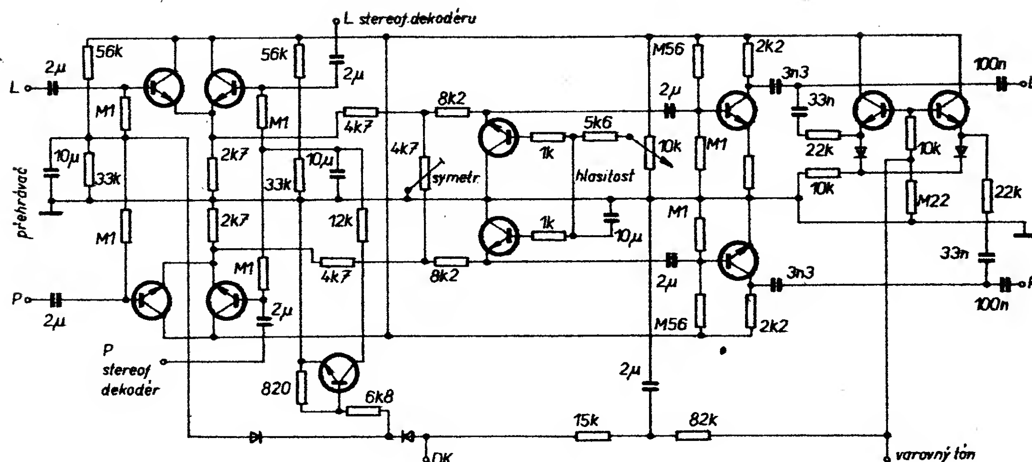
Obr. 10. Dekodér dopravního rozhlasu staršího provedení ze zahraničního přijímače se stereofonním přehrávačem (IO1 – TDA2054, IO2 – MC14572, IO3 – TL044, IO4 – UAA1009). U je tlačítko umlčovače normálních rozhlasových pořadů



Obr. 11. Jednoduchý dekodér signálů ARI

nahradit integrovanými obvody, dostupnými na našem trhu. Tak IO TDA2054 je náš MDA2054, MC14572 lze nahradit dvěma našimi MHB4011, TL044 lze uspokojivě nahradit čtyřmi MAA741 nebo dvěma MA1458. Jen obvod UAA 1009 nemá náhradu na našem trhu, ale pro funkci dekodéru není nutný.

Zjednodušený dekodér tohoto typu byl popsán v AR 1986, č. 4 a 5, pro použití v autopřijímači TESLA 2110A nebo 2113A.



Obr. 13. Přepínač stereofonních signálů ovládaný DK

Pro objasnění funkce jednotlivých částí IO MDA2054, užitého v dekodéru, je na obr. 11 zapojení jednoduchého dekodéru ARI z rozkresleným zapojením tohoto IO a následujícími aktivními filtry a spínačem DK. V bodě MB (označeném na schématu) lze kontrolovat nastavení zesilovače 57 kHz na osciloskopu při signálu SK modulovaném kmitočty BK a DK. Za měřicím bodem je zapojen detektor, z něhož jsou buzeny aktivní filtry BK a DK. Pro spínání DK je použit operační zesilovač jako komparátor, na jehož výstupu je zapojen tranzistor KC508 jako spínač ovládající nucený poslech při hlášení „Zelené vlny" uváděné znělkou. V této znělce je zakódován povel k vysílání modulace DK a tou se pak řídí spínání nuceného poslechu nebo přepínání, jaké bylo užito v předešlých zapojeních dekodérů. Nucený poslech znamená, že při signálu DK se hlasitost poslechu zvětší tak, aby dopravní informace byla zřetelně slyšet a tlumený poslech normálního pořadu nahrazuje varovný tón při ztrátě příjmu naladěné stanice. Jako obvod varovného tónu lze však použít obvod z obr. 12, kde je zapojen s IO MHB 4011 jako generátoru varovného tónu, který začíná pracovat až po zhruba 30 sekundách při ztrátě SK, to je od chvíle, kdy dekodér nerozsvítí žlutou diodu, což znamená, že není přijímán signál naladěné stanice s modulací ARI v dostatečné síle.

Jako příklad náhrady IO TDA2000 lze uvést zapojení na obr. 13. Zapojení umožňuje přepínat stereofonní výstup z přehrávače na výstup ze stereofonního dekodéru autopřijímače a zároveň řeší regulaci hlasitosti stereo jedním potenciometrem. V tomto obvodě je též vstup varovného tónu (monofonní signál) do stereofonního vstupu koncových zesilovačů.

Seznámení s uvedenými IO pro dekódování modulace ARI by mělo posloužit těm, kdo se zajímají o funkci dekodérů ARI v autopřijímačích, ale i těm, kteří si hodlají opatřit autoradio s dekodérem ARI nebo si hodlají stávající přijímač o dekodér ARI rozšířit.

Literatura

Rádiótechnika (MLR) 1984 č. 8, 1985 č. 3 až 6.
Katalog PHILIPS
Katalog SIEMENS

Automatický přepínač pásem VKV

Ing. Milan Bohatý

Většina konstrukcí přijímačů VKV dosud publikovaných na stránkách AR používala dva základní způsoby přechodu z pásma OIRT do pásma CCIR:

a) plynulé ladění v rozsahu 66 až 108 MHz, tj. včetně mezipásma,

b) ruční přepínání pásem.

Oba způsoby mají své výhody, ale i nevýhody. Při ručním přepínání je využita celá dráha ladicího potenciometru, je však nutná obsluha; plynulé ladění nevyžaduje zvláštní obsluhu, nevyužívá však asi $\frac{1}{4}$ dráhy potenciometru. Dále popsané zařízení využívá celé dráhy potenciometru, přičemž stupnice obou pásem na sebe navazují.

Princip činnosti je následující: ve vhodně navrženém děliči ladicího napětí se podle velikosti tohoto napětí vyřazuje část děliče tak, aby na příslušné části ladicího potenciometru bylo takové napětí, které odpovídá zvolenému pásmu. Dělič napětí je znázorněn na obr. 1a. Zařízení bylo navrženo jako doplněk k přijímači, popsanému v AR č. 9–11, ročník 1986; beze změny je lze použít pro vstupní jednotku z AR č. 5, roč. 1985, s malými úpravami i pro tuner popsaný v č. 10, roč. 1984.

Popis zapojení

Zařízení se skládá ze dvou základních částí: z komparátoru a odporového děliče ladicího napětí. Celkové schéma zapojení přepínače je na obr. 2.

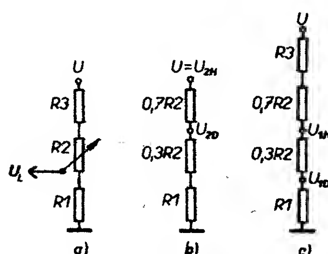
OZ1 zapojený jako neinvertující zesilovač slouží k oddělení přepínače od obvodu ladicího napětí. Předností zapojení je jednotkový zisk a zejména velký vstupní odpor, který zaručuje minimální ovlivňování předcházejícího obvodu. OZ2 je zapojen jako komparátor, který porovnává velikost ladicího napětí se srovnávacím napětím. V konkrétním případě bylo použito napětí +5 V, které slouží k napájení číslicové stupnice.

Filtraci tohoto napětí zajišťuje člen R4, C1.

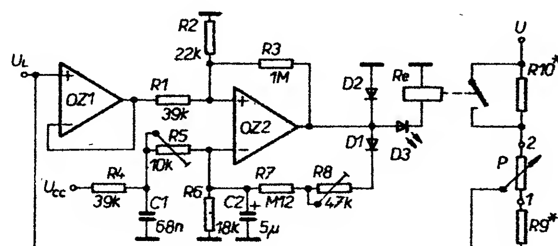
Rezistory R1, R2 tvoří dělič ladicího napětí na neinvertujícím vstupu OZ2. Rezistor R3 zvětšuje hysterezi komparátoru v oblasti přepínání. Článek R6, R7, R8, C2 spolu s D1 zajišťuje nastavení srovnávacího napětí pro pásmo CCIR. Dioda D2 chrání OZ2 před napěťovými špičkami, které vznikají na indukčnosti cívky relé při změnách proudu. Svítivá dioda D3 slouží k signalizaci stavu přepínače; svítí rovná se „poloha" CCIR.

Napájení OZ je nesymetrické +24 až 30 V, dolní hranice napájecího napětí je zvolena s ohledem na maximální velikost ladicího napětí.

Deska s plošnými spoji (obr. 3) je navržena pro použití jazýčkového relé s jedním spínacím kontaktem. Typ relé neuvádím, lze použít libovolné relé s odporem cívky alespoň 2 kΩ a se spínacím napětím kolem 24 V.

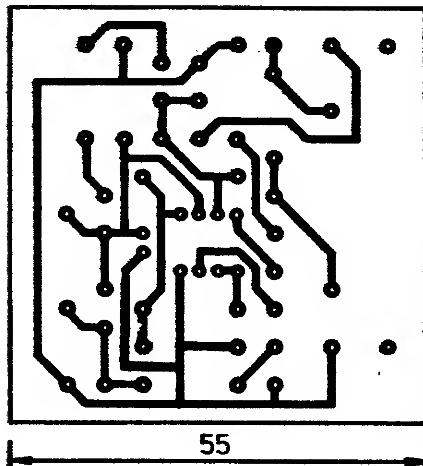


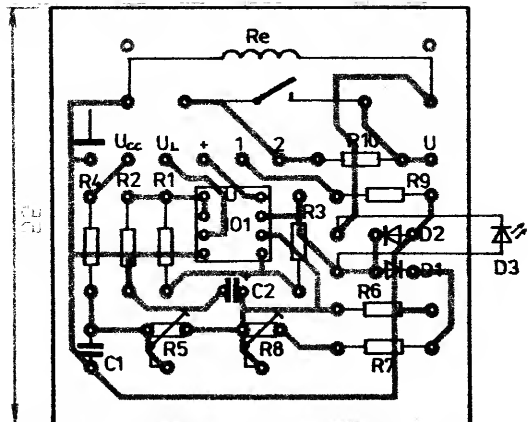
Obr. 1. Děliče



Obr. 2. Schéma zapojení přepínače

Obr. 3. Deska s plošnými spoji X94





Návrh děliče ladicího napětí

Pro dělič ladicího napětí platí:
v režimu OIRT (obr. 1c)
$U = U_{2D} + (U_{2H} - U_{2D}) = (R_1 + 0,3R_2)/ + 0,7R_2I$
$U_{2H} - U_{2D} = 0,7R_2I$; $I = (U_{2H} - U_{2D})/0,7R_2$
$U_{2D} = (R_1 + 0,3R_2)I => R_1 = (U_{2D} - + 0,3R_2I)/I$
v režimu OIRT (obr. 1C)
$U = U_{1D} + (U - U_{1D}) = R_1I + (R_2 + R_3)I$
$U_{1D} = R_1I => I = U_{1D}/R_1$
$U - U_{1H} = 0,7R_2I + R_3I => R_3 = (U - + U_{1H} - 0,7R_2I)/I$
kde U_{1D} je ladicí napětí, které odpovídá dolní hranici rozsahu OIRT,
U_{1H} je ladicí napětí, které odpovídá horní hranici rozsahu OIRT
podobně U_{2D} a U_{2H} odpovídají rozsahu CCIR.
Z uvedeného postupu můžeme tedy vypočítat odpor rezistorů R9, R10, neboť R1 ~ R9 a R3 ~ R10. Vypočítané údaje není nutno zcela přesně dodržet, volíme nejbližší odpory z řady E24.
V konkrétním návrhu bylo: $U_{1D} = 2$ V, $U_{1H} = 5$ V, $U_{2D} = 8$ V, $U_{2H} = 19$ V, $R_2 = 10$ kΩ, potom R9 = 2 kΩ a R10 = 7 kΩ.

Přepnutí rozsahu v 30 % odporové dráhy potenciometru bylo zvoleno s ohledem na kmitočtové rozpětí obou pásem VKV: OIRT 66 až 74 MHz, tj. 7 MHz; CCIR 88 až 104 MHz, tj. 16 MHz. Např. při použití desetiotáčkového potenciometru vychází v obou pásmech poměr 2,3 MHz/otáčku.

Činnost obvodu

Je-li ladicí napětí menší než U_{1H}, je výstup komparátoru v záporné saturaci, kontakty relé jsou rozpojeny. Dosáhne-li ladicí napětí U_{1H}, přejde výstup komparátoru do kladné saturace, přes R3 se skokem zvětší napětí na neinvertujícím vstupu, což zabrání kmitání komparátoru. Zároveň sepne kontakt relé, ladicí napětí se zvětší na velikost U_{2D}, čímž se opět zvětší napětí na neinvertujícím vstupu. Tento pochod je však zpožděn vlivem mechanických vlastností relé, proto je nutná již popsaná vazba přes rezistor R3. Do třetice se s časovou konstantou (R7 + R8)C2 začne nabíjet kondenzátor C2, napětí na invertujícím vstupu komparátoru se pomalu zvětšuje až na velikost, danou poměrem rezistorů R4 a R8. Toto napětí je srovnávací napětí pro pásmo CCIR.

Při zmenšování ladicího napětí až k U_{2D} komparátor přejde do záporné saturace, kontakty relé se rozpojí, ladicí napětí se skokem zmenší na U_{1H}, kondenzátor C2 se vybíjí přes rezistor R6 a na invertujícím vstupu se opět nastaví srovnávací napětí pro pásmo OIRT.

Nastavení přepínače je jednoduché, vyžaduje však trochu trpělivosti. Nejprve se nastaví R5 tak, aby při $U_L = U_{1H}$ kontakty relé právě sepnuly, potom se nastaví R8 tak, aby se při U_L blížícím se shora U_{2D} kontakty relé rozpojily. Obě fáze nastavování je nutno několikrát zopakovat, neboť nastavení obou trimrů se vzájemně ovlivňuje. V ideálním případě dosáhneme toho, že relé přepíná v úzké oblasti pohybu hřídele ladicího potenciometru vpravo či vlevo.

Závěr

Popsané zařízení je možné (po příslušných úpravách) připojit prakticky ke všem přijímačům, které k ladění používají varikapy. Obvodové řešení konstrukce přepínače umožňuje jeho použití i ve stávajících zařízeních. Úprava obvodů ručního ladění je zřejmá z obr. 1.

Seznam součástek

Kondenzátory

C1	68 nF, TK754
C2	5 μF, TE004

Rezistory (TR 151)

R1	39 kΩ
R2	22 kΩ
R3	1 MΩ
R4	39 kΩ
R6	18 kΩ
R7	120 kΩ
R9,	R10 viz text
R5	TP 011, 10 kΩ
R8	TP 011, 47 kΩ

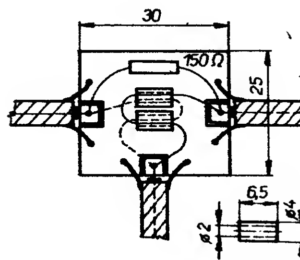
Polovodičové součástky

D1	KA501
D2	KA502
D3	libovolná LED
IO	MA1458
Re	viz text

Náhrada rozbočovače PCB 21

Naprostý nedostatek hybridních rozbočovačů/slučovačů PCB 21 či rozbočovačů z NDR (Zweichfachverteiler) mne vedl k hledání jiného ekvivalentního a snadno zhotovitelného rozbočovače z materiálů, dostupných v ČSSR.

Odporové slučovače/rozbočovače se mi neosvědčily v kmitočtových pásmech UHF.



Obr. 1. Konstrukce rozbočovače/slučovače a rozměr feritových trubiček (rezistor s kovovou vrstvou, odpor ±10 %)

Amatérské zhotovení hybridních rozbočovačů podle dosud zveřejněných návodů je dosti problematické.

Proto jsem zkusil zhotovit rozbočovač/slučovač ze dvou feritových trubiček z hmoty N1, vinutí tohoto „transformátoru" jsem zhotovil z drátu (izolovaného) o ∅ 0,5 mm (obr. 1). Jako nosná deska pod součásti je použita destička kuprextitu, její rozměry jsou na obrázku.

Experimentoval jsem i s jinými jádry (dvouděrové, z organického skla i z feritu), nejlepších výsledků jsem však dosáhl s jádry v uspořádání podle obr. 1 (minimální průchozí útlum v nejširším kmitočtovém pásmu). Parametry rozbočovače se nezlepšily ani po připojení kondenzátoru 22 až 56 pF do série s rezistorem 150 Ω.

Při konstrukci je třeba dodržet co nejmenší vzdálenost mezi plášti vývodních souosých kabelů.

V pásmu 40 až 900 MHz měl rozbočovač tyto parametry:
průchozí útlum: 3,5 až 4,5 dB,
oddělovací útlum: větší než 25 dB,
přizpůsobení (ČSV): rovné nebo lepší než 1,7 dB.

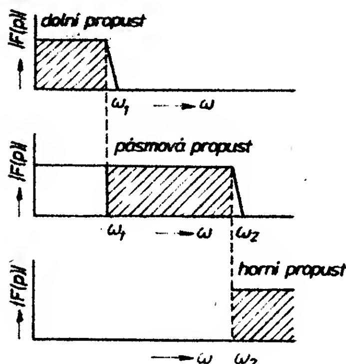
Zdeněk Novák

Návrh křížového filtru

V článku je popsán návrh křížového filtru při použití univerzálního aktivního filtru, popsaného již dříve v AR [1]. Dříve než přistoupíme k popisu funkce křížového filtru, je nutno vymezit pojem „korekční člen", kterého se v textu používá.

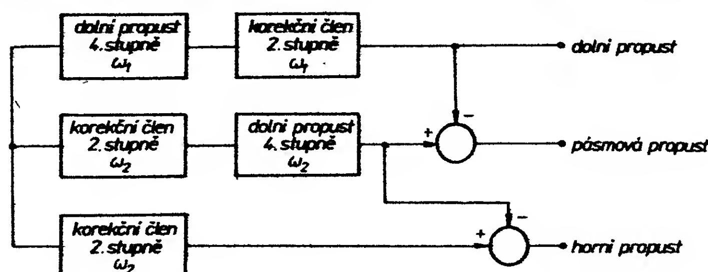
Absolutní hodnota přenosové funkce tohoto členu je rovna jedné, korekční člen vyrovnává (koriguje) fázový průběh signálu. V anglické literatuře se pro tento člen užívá termínu „all-pass" nebo „equalizer" od slovesa to equal = rovnati se, vyrovnávati. Protože se termínu ekvalizér užívá v české terminologii pro funkčně jiný návrh, je pro obvod, užívaný ke korekci fáze, užito termínu korekční člen.

Křížový filtr, důležitý pro stereofonní příjem, je řešen na základě rozdílové metody, jejíž princip vyplývá z obr. 1 a 2. Obecně platí, že rozdílovou metodou lze vytvořit všechny druhy konvenčních filtrů – dolní, pásmovou a horní propust – odečítáním výstupních signálů dvou dolních propustí s vhodně volenými rezonančními kmitočty. Základním obvodem pro návrh křížového filtru je tedy dolní propust s korekčním členem. Poměrně jednoduchou matematickou metodou lze dokázat, že korekční člen druhého stupně natáčí fázi signálu dvojnásobně v porovnání s dolní propustí téhož stupně. Je-li φ_1 natočení, způsobené korekčním zesilovačem prvního stupně, a φ natočení fáze způsobené dolní propustí druhého stupně, platí $\phi_1 = 2\varphi$. Abychom obdrželi stejný fázový posun signálu, je třeba užít dolní propusti čtvrtého stupně v kombinaci s korekčním členem druhého stupně. Je samozřejmé, že danému účelu vyhovuje filtr s plochou útlumovou charakteristikou, tedy Butterworthův nebo Besselův filtr. Vzniká však otázka, která dolní propust je vhodnější, zda Butterworthova dolní propust čtvrtého řádu nebo spojení dvou Butterworthových dolních propustí druhého řádu. Matematická analýza problému vede k závěru, že vhodnější kombinací je kaskádní spojení dvou identických dolních propustí Butterworthova typu s korekčním členem druhého řádu [2].

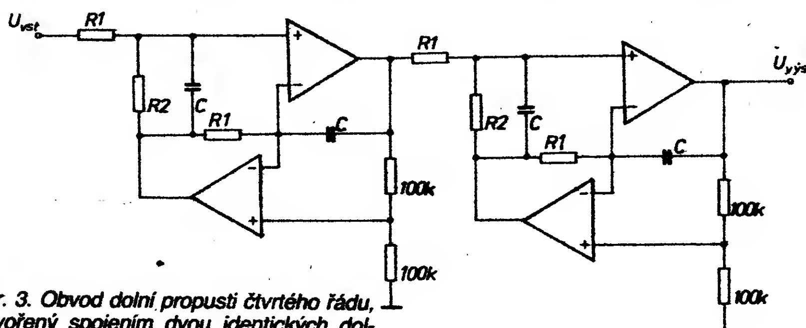


Obr. 1. Vytváření propustných kmitočtových pásem rozdílovou metodou

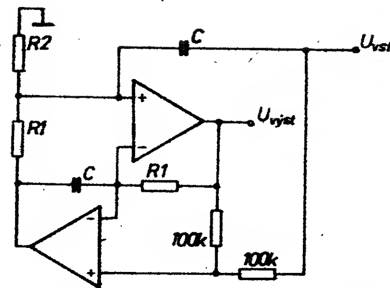
Hlavní kritéria pro návrh dolní propusti s korekčním členem jsou: jednoduchost konstrukce, snadný výpočet hodnot pasívních prvků pro požadované kmitočtové rozsahy, minimální počet pasívních prvků. Uvedeným požadavkům nejlépe vyhovuje obvod univerzálního aktivního filtru se dvěma operačními zesilovači, ve kterém přenosové funkce dolní propusti a korekčního členu obsahují stejné pasívní prvky. Jinými slovy: vypočítáme-li prvky pro dolní propust druhého řádu,



Obr. 2. Schéma zapojení dolní propustí, korekčního členu a diferenčního zesilovače pro vytvoření základních typů filtrů: dolní, horní a pásmové propusti



Obr. 3. Obvod dolní propusti čtvrtého řádu, vytvořený spojením dvou identických dolních propustí druhého řádu



Obr. 4. Obvod korekčního členu druhého řádu

je možno osadit stejnými prvky i korekční člen druhého řádu, lišící se pouze zapojením tří vnějších rezistorů. Volíme-li stejné kapacity v dolní propusti čtvrtého řádu podle obr. 3 a korekčního členu druhého řádu podle obr. 4. např. $C = 10^{-8}$F, dosahujeme požadovaných vlastností, tzn. šířky kmitočtového pásma, jenom třemi vnějšími rezistory (2× R1, 1× R2), z nichž navíc dva mají odpory stejné. Pro ilustraci provedeme návrh na příkladu. Příklad: Jak bylo ukázáno v [1], je přenosová funkce $f(p)$ dolní propusti druhého řádu podle obr. 3 určena výrazem

$$F(p) = \frac{2}{1 + pCR_1^2/R_2 + p^2C^2R_1^2} .$$

Odtud pro rezonanční kmitočet ω_0 plyne výraz:

$$\omega_0 = \frac{1}{R_1C} .$$

Pro Butterworthův filtr druhého stupně platí dále

$$C = \frac{R_1^2}{R_2} = 1{,}4142.$$

Volíme-li $C = 10^{-8}$F a f_0 např. $f_0 = 500$ Hz, je $\omega_0 = 3141{,}59$ rad/s a plyne

$$R_1 = 1 / (\omega_0\, C) = 32\ \text{k}\Omega, \qquad (1)$$

$$R_2 = \frac{CR_1^2}{1{,}4142} = 22{,}5\ \text{k}\Omega. \qquad (2)$$

Odpory rezistorů R1 a R2 pro různé požadované kmitočty vypočítáme jednoduše z rovnic (1) a (2).

Požadujeme-li např. pásmovou propust s propustným kmitočtovým pásmem od $f_0 = 100$ Hz do $f_0 = 600$ Hz, navrhneme dvě dolní propusti s mezními kmitočty 100 Hz a 600 Hz a jejich výstupní signály odečteme zapojením diferenčního zesilovače.

Jak vyplývá z obr. 3 a 4, je možno filtr pro akustické kmitočtové pásmo od 16 Hz do 20 kHz realizovat jednoduše operačními zesilovači (např. 741 s kompenzací ofsetu), a protože se jedná o vesměs stejné obvody, lišící se pouze odpory rezistorů R1 a R2, je popsaný návrh vhodný pro případnou hromadnou výrobu křížového filtru.

Literatura

[1] *Kraus, K.:* Žuniverzální aktivní filtr. AR-A č. 2/1988, s. 72

[2] *Kraus, K.:* Crossover network are phase equalized. El. Design, 36, č. 25 (listopad 1988), s. 141, 142.

„S"

VSTUPNÍ JEDNOTKA VKV PRO AUTOPŘIJÍMAČE

Ing. František Kopp

Dostali jsme do redakce několik dotazů na konstrukci přijímače VKV, který byl použit v rozhlasovém přijímači do auta, vyfotografovaném na titulní straně AR B4. Mezifrekvenční zesilovač tohoto přijímače byl v AR B4 uveřejněn, proto je dále popsána i vstupní jednotka VKV, konstruovaná pro provoz v autě, použitá v uvedeném přijímači.

Tranzistorová vstupní jednotka v autopřijímači je určena pro příjem signálů FM v rozhlasovém pásmu VKV, vysílaných v kmitočtovém pásmu 65,5 až 108,5 MHz. Ladění jednotky je plynulé změnou ladicího napětí, které je přiváděno na varikapy. Po mechanické stránce tvoří vstupní díl VKV samostatný celek, krabička má dvě odnímatelná víka a s ostatními částmi přijímače je díl spojen propojkami.

Popis zapojení

Elektrické schéma vstupního dílu VKV je na obr. 1. Deska s plošnými spoji je na obr. 2, rozmístění součástek je na obr. 3. Anténní signál je přiváděn na jednoduchý laděný obvod L1, jehož vazební vstupní vinutí je přizpůsobeno pro připojení autoantény se souosým kabelem s impedancí 150 Ω. Vstupní zesilovač T1 je osazen „dvojbázovým" tranzistorem typu MOS FET BF961 s malým šumem. Z kolektoru (elektroda D) tohoto tranzistoru jde signál na dvojobvodovou vf pásmovou propust L3 a L4 a dále na první řídicí elektrodu směšovače T3, jenž je rovněž osazen tranzistorem typu MOS FET BF961. Směšování je multiplikativní, napětí oscilátoru je přivedeno přes kondenzátor C28 na druhou řídicí elektrodu směšovacího tranzistoru. V kolektoru směšovacího tranzistoru je zapojena dvojobvodová pásmová mf propust L6, L7 s výstupní impedancí 75 Ω. Oscilátor T4 je osazen tranzistorem KF125 v zapojení se společným kolektorem. Všechny čtyři obvody se přelaďují ss napětím přes oddělovací rezistory R2, R11, R13 a R26 dvěma čtveřicemi varikapů D1, D2, D4, D5, D6, D7 a D10, D11 typu 4-KB109G.

Součástí jednotky je obvod vnitřní regulace zesílení. Je tvořen špičkovým detektorem D8, D9 mf signálu, který je odebírán přes kondenzátor C18 z kolektoru směšovacího tranzistoru. Ss napětí řídí tranzistor T2 KC148, který po propojení vývodů *3* a *4* na desce s plošnými spoji jednotky ovládá stejnosměrné předpětí druhé řídicí elektrody vstupního tranzistoru vf zesilovače. Základní předpětí je tvořeno děličem R5 a R6.

Ladicí napětí je přiváděno na emitorový sledovač T5, osazený tranzistorem KC147, který jednak odděluje zdroj ladicího napětí od laděných obvodů a zároveň působí jako teplotní kompenzace.

Nastavení a kontrolní napětí

1. Kontrola ss napětí

Po osazení desky s plošnými spoji se nejprve zkontrolují ss úrovně vstupního dílu. Naměřená napětí by měla odpovídat napětím v tabulce.

Napájecí napětí:	+9 V.
Odebíraný proud:	15 mA.
Ladicí napětí:	+3 až +25 V (65,5 až 108,5 MHz);

	T1	T3	T4
G1	2,5 V		
G2 (báze)	6,3 V	2,8 V	2,7 V
E (S)	2,8 V	0,4 V	2,0 V
K (D)	8,0 V	8,6 V	7,8 V

2. Nastavení vstupní jednotky

(Běžce odporových trimrů P1, P2, P3 a P4 se nastaví do pravé krajní polohy.)

a) Nastavení oscilátoru

1. Měřič kmitočtu se volně naváže na oscilátor.
2. Ladicí napětí se nastaví na +25 V.
3. Jádrem cívky L8 se nastaví na čítači kmitočet 119,2 MHz.
4. Ladicí napětí se nastaví na +3 V.
5. Odporovým trimrem P4 se nastaví na čítači kmitočet 76,2 MHz.
6. Postup podle bodů *2* až *5* zopakujeme.

b) Nastavení vstupních obvodů

1. Na vývody *1* a *2* připojit signál z rozmítače.
2. Mezi vývody *7* a *8* zapojit tlumicí obvod a sondu rozmítače.
3. Výstupní signál z rozmítače naladit do okolí kmitočtu 96 MHz.
4. Ladicím napětím nastavit zázněj na značku 96 MHz.
5. Jádrem cívky L3 nastavit vrchol křivky na značku zázněje.
6. Jádrem cívky L1 a L4 naladit maximální amplitudu křivky.
7. Signál z rozmítače přeladit do okolí kmitočtu 69 MHz.
8. Ladicím napětím nastavit zázněj na značku 69 MHz.
9. Odporovým trimrem P2 nastavit vrchol křivky na značku zázněje.
10. Odporovými trimry P3 a P1 naladit křivku na maximální amplitudu
11. Body *3* až *10* zopakovat.

c) Nastavení výstupní pásmové propusti

1. Vstupní jednotku naladit na horní konec pásma 108,5 MHz.
2. Mezi vývod *10* a *9* zapojit zakončovací odpor 75 Ω a sondu rozmítače.
3. Jádry cívek L7 a L6 naladit symetrickou mf křivku.

d) Kontrola činnosti obvodu AVC

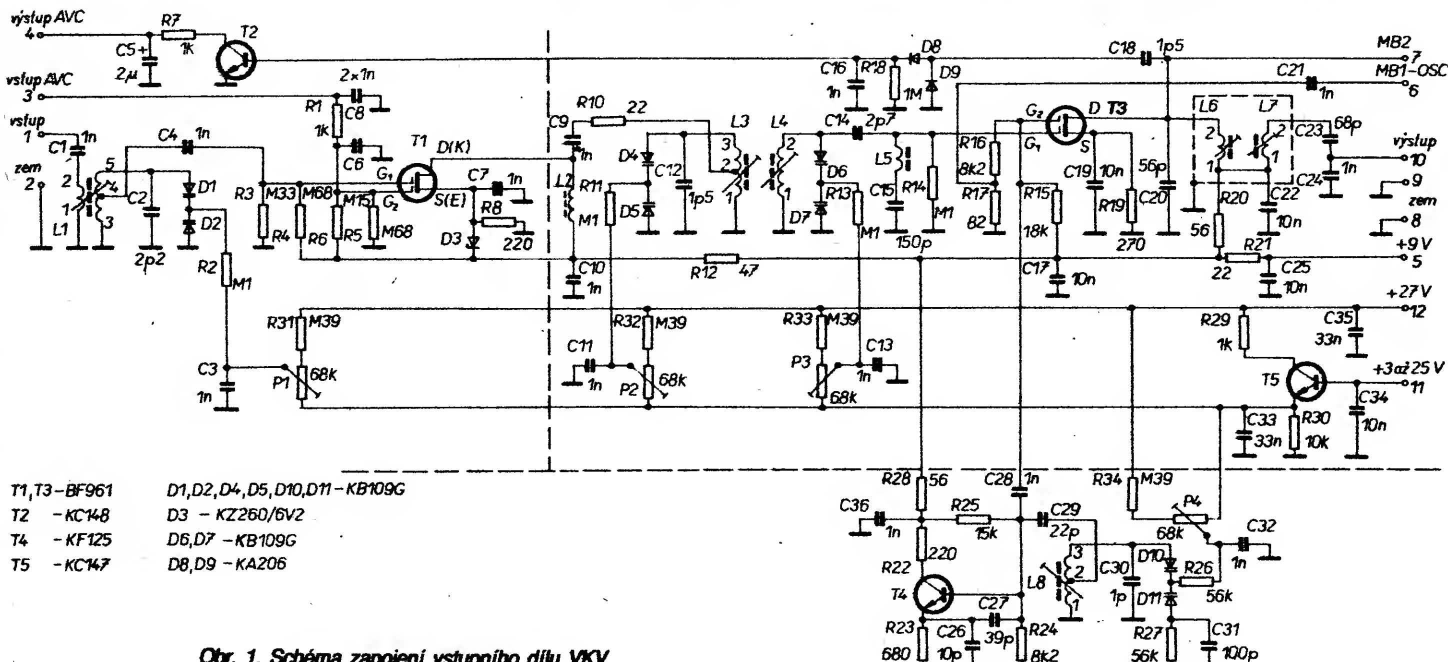
1. Vývody *3* a *4* propojit spojkou a mezi spojku a zem zapojit ss voltmetr.
2. Při zvětšování vstupního signálu z 1,5 mV na 50 mV se musí ss napětí na propojených vývodech *3* a *4* měnit z 6,1 V asi na 2 V.

e) Kontrola zisku

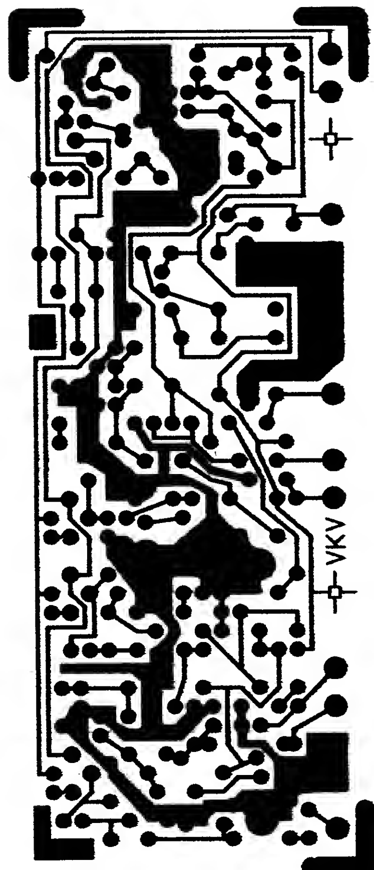
A≧26 dB.

Mechanická sestava

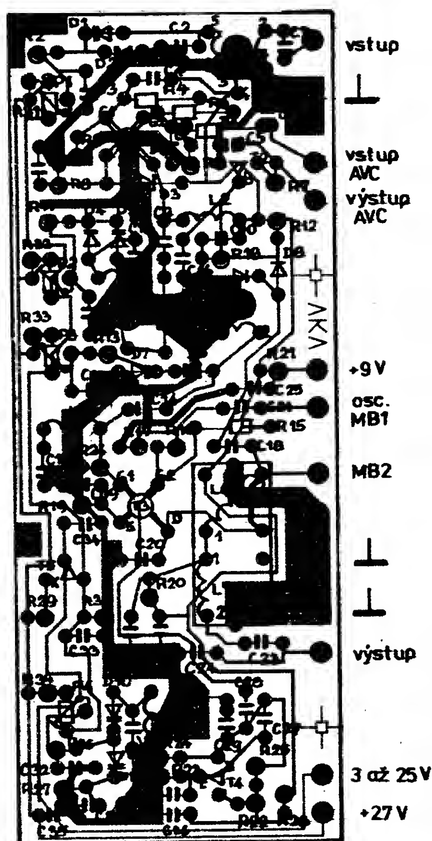
Po vyvrtání děr na desce s plošnými spoji včetně děr pro uchycení rámečku krabičky (obr. 4) se nejprve osadí deska všemi sou-



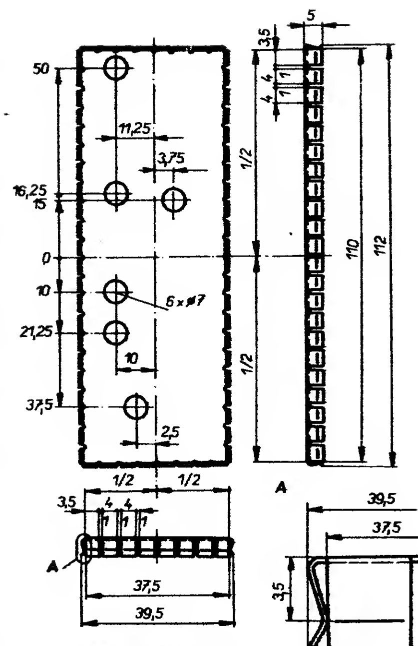
Obr. 1. Schéma zapojení vstupního dílu VKV



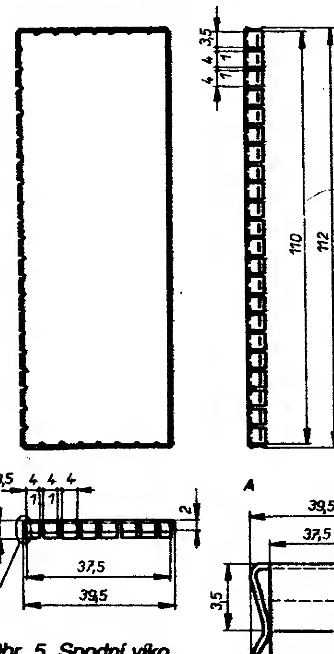
Obr. 2. Deska s plošnými spoji



Obr. 3. Deska osazená součástkami

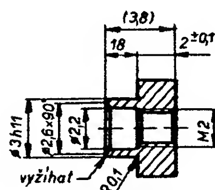


Obr. 6. Horní víko

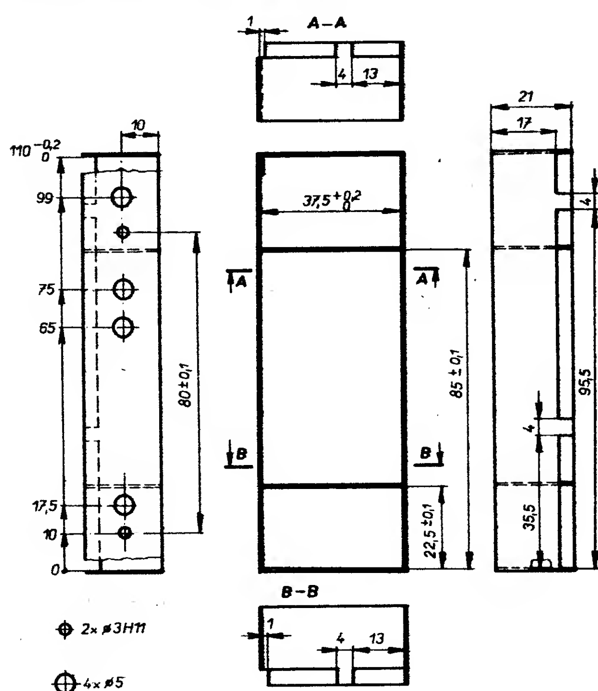


Obr. 5. Spodní víko

částkami. Potom se rámeček „usadí" na desku a připájí v místech dotyku se zemnicí plochou. Horní a spodní víko krabičky je na obr. 5 a obr. 6. Do vnitřní části spodního víka je zapotřebí vložit izolační fólii, aby se při případné deformaci víko nemohlo dotknout plošek na desce se spoji. Vstupní díl VKV je možno mechanicky připevnit k rámu přijímače šrouby M2 pomocí „lemovací" matice. Tuto matici (obr. 7) je nutno vložit z vnější strany do rámečku a roznýtovat před připevněním rámečku na desku s plošnými spoji.



Obr. 7. Lemovací matice



Obr. 4. Krabička vstupního dílu VKV

Seznam součástek

Na obr. 3 je osazená deska s plošnými spoji vstupního dílu VKV při pohledu ze strany součástek

Rezistory (všechny typu TR 212)

R1, R7, R29	1 kΩ
R2, R11, R13, R14	100 kΩ
R3	330 kΩ
R4, R5	680 kΩ
R6	150 kΩ
R8, R22	220 Ω
R10, R21	22 Ω
R12	47 Ω
R15	18 kΩ
R16, R24	8,2 kΩ
R17	82 Ω
R18	1 MΩ
R19	270 Ω
R20, R28	56 Ω
R23	680 Ω
R25	15 kΩ
R26, R27	56 kΩ
R30	10 kΩ
R31 až R34	390 kΩ

Odporový trimr

P1 až P4	68 kΩ, TP 008

Keramické kondenzátory

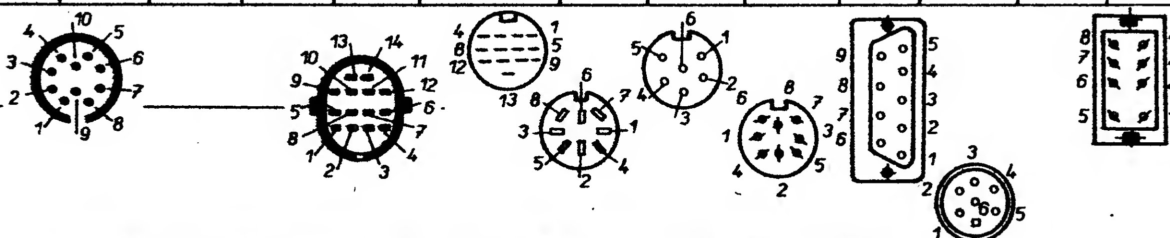
C1, C3, C4, C6 až C11, C13, C16, C21, C24, C28, C32, C36	1 nF, TK 744
C2	2,2 pF, TK 656
C12, C18	1,5 pF, TK 656
C14	2,7 pF, TK 656
C30	1 pF, TK 656
C15	150 pF, TK 754
C20	56 pF, TK 754
C23	68 pF, TK 754
C31	100 pF, TK 754
C26	10 pF, TK 672
C27	39 pF, TK 774
C29	22 pF, TK 774
C17, C19, C22, C25	10 nF, TK 782
C33, C35	33 nF, TK 783
C34	10 nF, TK 783

Elektrolytické kondenzátory

C5	2 µF, TE 005

Na žádost čtenářů uveřejňujeme Přehled přípojných míst u různých videopřístrojů

	Videokamery							Počítače				Televizory a monitory		
Vývod	JVC	Hitachi	Panasonic (série WVP) Canon Olympus	Panasonic (série WV)	Philips	Sony	Atari ST	Commodore C 64	Schneider CP 6126	Schneider PC 1512	Počítače PC	Konektor DIN	Konektor SCART	NEC
1	video I/O	video I	video I/O	video I/O	video I/O	video O	audio O	jasový signál	R	komposit sign (H/V sync)	zem	U_{sp} (0 = 12 V)	audio O-P	inten-zita kanál 2
2	zem video	zem video	zem video	zem video	zem video	zem video	komposit sync	zem	G	intenzita	zem	video I/O	audio I-P kanál 2	R
3	indikace baterie	video O	data (sériová)	–	–	video I	obecný výstup	audio O	B	zem	R	audio I/O 1	audio O-L kanál 1	G
4	napájení zap/vyp	záznam (–9 V)	takt sériový	indikace záznamu	indikace záznamu	zem	U_{sp} Monochrom ("O" = Hi-Res-Mode)	video O (FBAS)	synchronizace	černá	G	napájení	zem audio	B
5	audio O	audio O	stand-by	stand-by	–	start/stop	audio	audio I	zem	$\bar{G}$	B	audio I/O P	zem B	zem
6	start/stop	start/stop	start/stop	start/stop	start/stop	start/stop	signál počítadla	signál barev	jasový signál	$\bar{B}$	intenzita		audio I-L kanál 1	zem
7	audio I'/O	audio I	audio I/O	audio I/O	audio I/O	mikrofon 2-0	R (analog.0)	–		zem	komprosit videosignál		B	H-syn-chron.
8	audio zem	audio zem	audio zem	audio zem	audio zem	kontrola záznamu	napájení (+12 V)	–		$\bar{R}$	H-synchro-nizace		U_{sp}	V-syn-chron.
9	zem napájení	zem napájení	zem napájení	zem napájení	zem napájení	mikrofon 1 0	H-synchr.				V-synchr.		zem G	
10	napájení (+12 V)	napájení (+12 V)	napájení (+12 V)	napájení (+12 V)	napájení (+12 V)	zem mikrof.	B (analog. 0)						–	
11						mikrofon 1 I	monochrom. signál 0						G	
12						mikrofon 2 I	V-synchr.						G	
13						napájení (12 V)	zem						zem R	
14						zem napájení							–	
15													R	
16													vyklíčování "1" vyklíč.	
17													zem video	
18													zem vyklíč.	
19													video O (FBAS)	
20													video I (FBAS)	
21													zem (stínění)	



Vysvětlivky: B = modrá; G = zelená; I = vstup; L = levý kanál; O = výstup; P = pravý kanál; R = červená

Cívky

L2, L5 17 závitů LC o ∅ 0,18 mm UA – vinuto válcově těsně na feritovou tyčku o ∅ 2 × 4,5 mm, mat. N02 (L=1,6 μH);

L1 pr. *1, 2*–2 z, LC, ∅ 0,18 mm UA, sek. *3, 4*–3,25 z, LC, ∅ 0,5 UA, 4,5–5,75 z, LC, ∅ 0,5 UA – vinuto se stoupáním 0,8 mm; odbočka je připájena;

L3 *1, 2*–4,75 z, LC, ∅ 0,5 UA, *2, 3*–3,75 z, LC, ∅ 0,5 UA – vinuto se stoupáním 0,8 mm; odbočka je připájena;

L4 *1, 2*–9 z, LC, ∅ 0,5 UA – vinuto se stoupáním 0,8 mm;

L6, L7 *1, 2*–25 z, LC, ∅ 0,125 UA – vinuto válcově těsně na kostře 1PA 260 51; jádro 205 533, 304 658 (L = 2,1 μH ±10 % – bez jádra; L = 3,25 μH – s jádrem), dvojitý kryt 1PA 691 61;

L8 *1, 2*–3,25 z, LC, ∅ 0,5 UA, *2,3*–4,25 z, LC, ∅ 0,5 UA – vinuto se stoupáním 0,8 mm; odbočka je připájena;

cívky L1, L3, L4 a L8 jsou vinuty na kostře 1PA 260 82 s jádrem typu 205 531 304 650.

Diody

D3	KZ260/6V2
D8, D9	KA206

Varikapy

D1, D4, D6, D10	4-KB109G
D2, D5, D7, D11	4-KB109G

Tranzistory

T1, T3	BF961
T2	KC148
T4	KF125
T5	KC147